



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2742-2014

分组数字微波通信设备和系统 技术要求及测试方法

Technical requirements and testing method for packet digital
microwave communication equipments and systems

2014-10-14 发布

2014-10-14 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	3
3.1 术语和定义	3
3.2 缩略语	4
4 分组微波设备和系统的构成	7
4.1 分组微波设备和系统的分类	7
4.2 分组微波设备结构	8
5 技术要求及测试方法	9
5.1 概述	9
5.2 差错性能	9
5.3 频段和信道	9
5.4 射频 (RF) 接口特性	10
5.5 业务接口	28
5.6 业务承载	29
5.7 QoS 功能	37
5.8 自适应调制	41
5.9 微波链路聚合	43
5.10 射频链路捆绑	44
5.11 保护能力	45
5.12 分组时钟同步	49
5.13 OAM 能力	54
5.14 网管	68
5.15 分组控制平面 (可选)	69
5.16 供电	69
5.17 环境适应性	70
5.18 安全	71
5.19 电磁兼容	72
5.20 防雷	72
附录 A (规范性附录) 测试用仪表	73

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：华为技术有限公司、国家无线电监测中心、大唐电信科技产业集团、北京地杰通信设备股份有限公司、工业和信息化部电信研究院、西安通和电信设备检测有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司、上海贝尔股份有限公司、南京爱立信熊猫通信有限公司、中兴通讯股份有限公司、京信通信系统（中国）有限公司。

本标准主要起草人：龙 昊、王 俊、张 阳、王俊峰、樊永军、宋 鹏、李莉莉、黄贞恂、薛 程、姚勇刚、潘景胜、鲁林丽、屈娟子、徐长春、陈建祥、秦 杰、朱 滔、张 健、田 敏、杨 军、郝 涛。

引 言

随着移动网络中3G技术的商用和向LTE技术的演进,业务类型逐渐由TDM过渡到分组业务,移动回传技术逐渐由SDH技术过渡到分组传送技术。作为在移动回传网络中得到了大量应用的微波传输设备,一方面为了适应来自基站的分组业务的高效传输,另一方面为了构建利于管理和维护的基于分组传送技术的端到端传输,分组微波设备被业界认为是适应后续移动回传网络的新微波设备形态,因此迫切需要定义一套完整的标准来指导和规范基于分组传送技术的微波(简称分组微波)系统或设备的研发、生产、测试和使用。

分组微波是指传输的数据包能直接映射到空口的微波系统,其基本特征就是空口分组化和自适应调制,可支持分组QoS、分组时钟同步、电路仿真、分组OAM和保护等关键技术,能够高效地处理大带宽、动态变化的数据业务,并实现基于分组传送技术的端到端组网,从而提升数据包的传送效率以及移动回传网络的管理维护能力,并能很好的兼顾目前的TDM业务传送。

本标准描述了分组数字微波设备的技术要求和测试方法,是在参考现有行标《SDH数字微波通信设备和系统技术要求及测试方法》、《准同步数字系列(PDH)数字微波通信设备和系统技术要求及测试方法》、《分组传送网(PTN)总体技术要求》和《以太网交换机测试方法》等国内标准以及ETSI、ITU-T、IETF和IEEE的相关国际标准的基础上,结合我国运营商分组传送网络对于微波设备的具体需求制定而成。

分组数字微波通信设备和系统技术要求及测试方法

1 范围

本标准规定了分组数字微波设备的分组特性（包含分组QoS、OAM、保护和时钟处理等）、业务接口、系统特性（包含自适应调制、射频特性等）、环境适应性、安全符合性、电磁兼容等技术要求和测试方法。

本标准适用于全室内分组数字微波设备、分体式分组数字微波设备和全室外分组数字微波设备。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.1	电工电子产品环境试验 第2 部分:试验方法 试验A: 低温
GB/T 2423.2	电工电子产品环境试验 第2 部分:试验方法 试验B: 高温
GB/T 2423.3	电工电子产品环境试验 第2 部分:试验方法 试验Ca: 恒定湿热试验
GB/T 2423.18	电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法 试验Kb: 盐雾
GB 4208	外壳防护等级
YD/T 1099-2005	以太网交换机技术要求
YD/T 1138	固定无线链路设备及其辅助设备电磁兼容性要求和测量方法
YD/T 1141-2007	以太网交换机测试方法
YD/T 2374-2011	分组传送网（PTN）总体技术要求
YD/T 2529-2013	SDH数字微波通信设备和系统技术要求和测试方法
信部无[2000]705号	关于调整1~30GHz数字微波接力通信系统容量系列及射频信道配置的通知
工信部无[2008]353号	关于发布7GHz频段数字微波接力通信系统容量及射频波道配置规定的通知
ITU-T G.703	层次数字接口的物理/电特性(Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces)
ITU-T G.704	在1544, 6312, 2048, 8448和44736千比特每秒速率序列等级下的同步帧结构(Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels)
ITU-T G.781(09/2008)	同步网层功能模型(Synchronization layer functions)
ITU-T G.823	2048千比特每秒体系的数字网络中抖动和漂移的控制(The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbit/s hierarchy)
ITU-T G.8011	以太网业务特性(Ethernet service characteristics)
ITU-T G.8011.1-2013	以太网专线业务(Ethernet private line service)
ITU-T G.8011.2-2013	以太网虚拟专线业务(Ethernet virtual private line service)

ITU-T G.8011.3-2013	以太网虚拟专网业务(Ethernet virtual private LAN service)
ITU-T G.8011.5-2013	以太网专网业务(Ethernet private LAN service)
ITU-T G.8031	以太网线性保护倒换(Ethernet linear protection switching)
ITU-T G.8032	以太网环保护倒换(Ethernet ring protection switching)
ITU-T G.8131	用于传送多协议标签交换网络的线性保护倒换(Linear protection switching for transport MPLS (T-MPLS) networks)
ITU-T G.8261	分组网络中的定时和同步要求(Timing and synchronization aspects in packet networks)
ITU-T G.8264	通过分组网络的时钟信息分发(Distribution of timing information through packet networks)
ITU-T K.27	通信建筑的连接布置和接地要求(Bonding configurations and earthing inside a telecommunication building)
ITU-T Y.1711	多协议标签交换网络的操作和管理机制(Operation & Maintenance mechanism for MPLS networks)
ITU-T Y.1731	以太网OAM功能和机制(OAM functions and mechanisms for Ethernet based networks)
IEEE 802.1ag	连接故障管理(Connectivity Fault Management)
IEEE 802.3	带有冲突检测的载波侦听多路访问方法和物理层规格(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and Physical Layer specifications)
IEEE 1588-2008	用于网络测量和控制系统的精确时钟同步协议(Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems)
IETF RFC 2698	双速率三色标记(A Two Rate Three Color Marker)
IETF RFC 4115	一种区分业务的具有高效处理能力的双速率三色标记(A Differentiated Service Two-Rate, Three-Color Marker with Efficient Handling of in-Profile Traffic)
IETF RFC 4553	信息包上不可知结构时分多路技术 (Structure-Agnostic Time Division Multiplexing (TDM) over Packet (SAToP))
IETF RFC 5086	分组交换网络上电路模拟服务(CESoPSN)结构化TDM(Structure-Aware Time Division Multiplexed (TDM) Circuit Emulation Service over Packet Switched Network (CESoPSN))
IETF RFC 6378	MPLS-TP线性保护(MPLS Transport Profile (MPLS-TP) Linear Protection)
ETSI EN 300 253	环境工程：通信中枢的电信设备接地和连接要求(Environmental Engineering (EE); Earthing and bonding of telecommunication equipment in telecommunication centres)

ETSI EN 302 217-2-1 v1.3.1	点到点固定无线系统设备和天线规格和要求; 第2-1部分: 对工作在共协调频段的数字系统的要求(Fixed Radio Systems; Characteristics and requirements for point-to-point equipment and antennas; Part 2-1: System-dependent requirements for digital systems operating in frequency bands where frequency co-ordination is applied)
ETSI EN 302 217-2-2 v2.0.0	点到点固定无线系统设备和天线规格和要求; 第2-2部分: 协调EN涵盖必要的R&TTE指令第3.2条款对工作在共协调频段的数字系统的要求 (Fixed Radio Systems; Characteristics and requirements for point-to-point equipment and antennas; Part 2-2: Harmonized EN covering essential requirements of Article 3.2 of R&TTE Directive for digital systems operating in frequency bands where frequency co-ordination is applied)
MEF 8	城域以太网PDH电路仿真系统实施协定(Implementation Agreement for the Emulation of PDH Circuits over Metro Ethernet Networks)

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

分组数字微波 Packet Digital Microwave

以分组传送为核心的数字微波, 能够将传输的数据包直接映射成微波帧结构, 并支持对于分组数据基于且仅基于分组进行交换, 实现端到端的业务传输。分组可以是以太网报文、MPLS报文或IP报文等形式。

3.1.2

射频接口容量 Radio Interface Capacity (RIC)

微波系统能够发送和接收的用户信号最大净荷速率, 它包含成帧开销、复用/解复用开销等信息, 但不包括为微波系统本身增加的算法和信号开销, 如纠错码信息、系统开销通道等。

3.1.3

分组时钟同步 Packet-based Timing Synchronization

基于分组技术实现网络同步的技术, 它包含时钟同步和时间同步两种技术。

3.1.4

微波链路聚合 Microwave Link Aggregation

微波设备在业务层来实现利用多个微波链路共同传输业务流量, 从而提升业务传输容量或进行业务保护。

3.1.5

射频链路捆绑 Radio-Frequency Link Bundling

微波设备在物理层来实现利用多个微波链路共同传输业务流量, 从而提升业务传输容量或进行业务保护。

3.1.6

自适应调制 Adaptive Modulation

微波设备能够基于接收端的接收信号质量来调整发送端的发送信号的调制格式，从而在保证微波链路可用性的同时实现最大的传输容量。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ACAP	Adjacent Channel Alternate Polarization	相邻波道异极化
ACCP	Adjacent Channel Co-Polarization	相邻波道同极化
ACL	Access Control List	控制访问列表
ADM	Add, Drop and Multiplexing	分插复用
AIS	Alarm Indication Signal	告警指示信号
AM	Adaptive Modulation	自适应调制
APSK	Amplitude and phase-shift keying	幅度相移键控
ATPC	Automatic Transmit Power Control	自动发射功率控制
BC	Boundary Clock	边界时钟
BER	Bit Error Rate	比特误码率
BITS	Building Integrated Timing Supply	通信楼定时供给系统
BMC	Best Master Clock	最佳主时钟
C/I	Carrier to Interference ratio	载波干扰比
CAR	Committed Access Rate	承诺接入速率
CBS	Committed Burst Size	承诺突发长度
CC	Continuity Check	连续性检测
CCDP	Co-Channel Dual Polarization	同波道双极化
CES	Circuit Emulation Service	电路仿真业务
CIR	Committed Information Rate	承诺信息速率
CS	Channel Spacing	波道间隔
CV	Connectivity Verification	连接性校验
DCLS	DC Level Shifter	直流电平变换器
DMM	Delay Measurement Message	时延测量消息
DMR	Delay Measurement Response	时延测量响应
DSCP	Differentiated Services Code Point	差分服务码点
DWRR	Deficit Weighted Round Robin	差额加权轮询调度
EBS	Excess Burst Size	超额突发长度
EIR	Excess Information Rate	超额信息速率
EPL	Ethernet Private Line	以太网专线
EPLAN	Ethernet Private LAN	以太网专网
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准协会

EVPL	Ethernet Virtual Private Line	以太网虚拟专线
EVPLAN	Ethernet Virtual Private LAN	以太网虚拟局域网
FD	Frequency Diversity	频率分集
FE	Fast Ethernet	快速以太网
FFD	Fast Failure Detection	快速故障检测
GE	Gigabit Ethernet	吉比特以太网
HSB	Hot Standby	热备份
HSM	Hitless Switch Mode	无损倒换模式
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	电气和电子工程师学会
IETF	Internet Engineering Task Force	互联网工程任务组
IP	Internet Protocol	互联网协议
ITU-T	International Telecommunication Union-Telecommunication standardization sector	国际电联电信标准化部门
LAG	Link Aggregation Group	链路聚合组
LB	Loop-Back	环回
LMM	Loss Measurement Message	丢包测量消息
LMR	Loss Measurement Response	丢包测量响应
LOC	Loss Of Continuity	连续性丢失
LSP	Label Switched Path	标签交换路径
LT	Link Trace	链路跟踪
MAC	Media Access Control	媒体访问控制
MEF	Metropolitan Ethernet Forum	城域以太网论坛
MEG	Maintenance Entity Group	维护实体组
MEP	Maintenance association End Point	维护组边缘节点
MIP	Maintenance domain Intermediate Point	维护域中间节点
MPLS	Multiprotocol Label Switching	多协议标记交换
MPLS-TP	Multiprotocol Label Switching-Transport Profile	多协议标记交换-传送子集
MTIE	Maximum Time Interval Error	最大时间间隔误差
NE	Network Element	网元
NNI	Network-to-Network Interface	网络-网络接口
OAM	Operation, Administration and Maintenance	操作、管理与维护
OBW	Occupied Bandwidth	占用带宽
ODU	Outdoor Unit	室外单元
PBS	Peak Burst Size	峰值突发长度
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy	准同步数字系列
PHB	Per-Hop Behavior	逐跳行为
PIR	Peak Information Rate;	峰值信息速率

PQ	Priority Queue	优先级队列
PRC	Primary Reference Clock	基准参考时钟
PTP	Precision Time Protocol	精确时间协议
PW	Pseudo Wire	伪线
PWE3	Pseudo Wire Emulation Edge To Edge	端到端伪线仿真
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交幅度调制
QL-SSU-B	Quality Level-second level Synchronization Supply Unit	第二级定时供给单元质量等级
QoS	Quality of Service	服务质量
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	正交相移键控
RED	Random Early Detection	随机先期检测
RF	Radio Frequency	射频
RFC	Request For Comments	请求评论
RIC	Radio Interface Capacity	射频接口容量
RSL	Receiver Signal Level	接收机信号电平
Rx	Receive	接收端
SEC	SDH Equipment Clock	SDH设备时钟
SD	Space Diversity	空间分集
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字系列
SP	Strict Priority	严格优先级
SSM	Synchronization Status Message	同步状态信息
SSU-A	primary level Synchronization Supply Unit	第一级定时供给单元
STM	Synchronous Transport Module	同步传输组件
TDEV	Time deviation	时间偏差
TDM	Time Division Multiplexing	时分复用
TOD	Time Of Day	日时间
Tx	Transmit	发送端
UNI	User-to-Network Interface	用户-网络接口
VC	Virtual Container	虚容器
VCC	Virtual Channel Connection	虚通道连接
VCI	Virtual Channel Identifier	虚通道标识
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
WFQ	Weighted Fair Queuing	加权公平队列调度
WRED	Weighted Random Early Detection	加权随机先期检测
WTR	Wait To Restore	等待恢复
XPIC	Cross Polarization Interference Cancellation	交叉极化干扰抵消
XPIF	Cross Polarization Improvement Factor	交叉极化改善系数
1DM	1-way Delay Measurement	单向延时检测
1PPS	1 Pulse Per Second	秒脉冲

4 分组微波设备和系统的构成

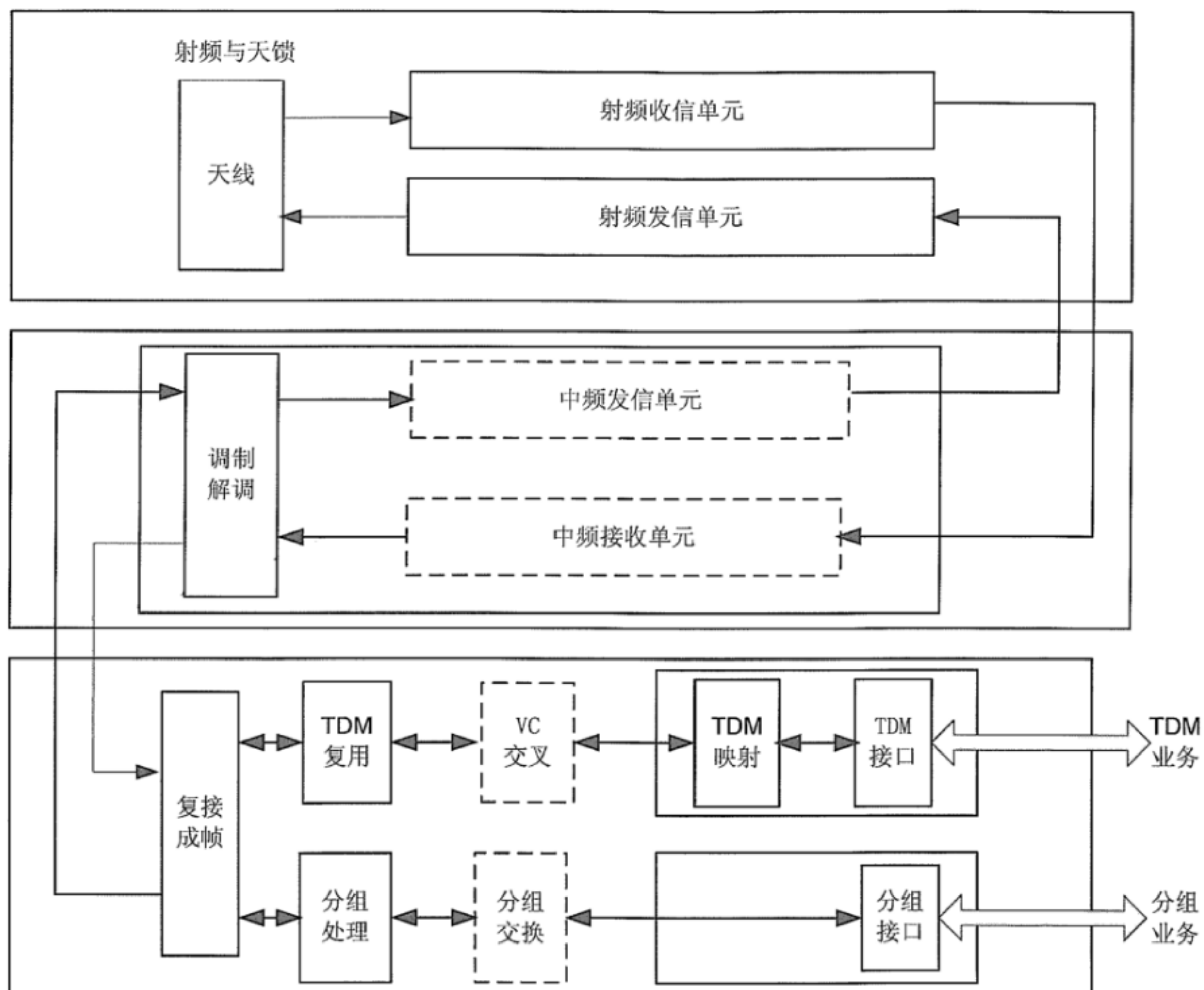
4.1 分组微波设备和系统的分类

4.1.1 概述

根据业务映射方式和处理方式分为两类系统，分别是混合分组微波和纯分组微波。

4.1.2 混合分组微波

混合分组微波系统结构如图1所示。



注：虚线框中的功能表示可选功能。

图1 混合分组微波系统结构

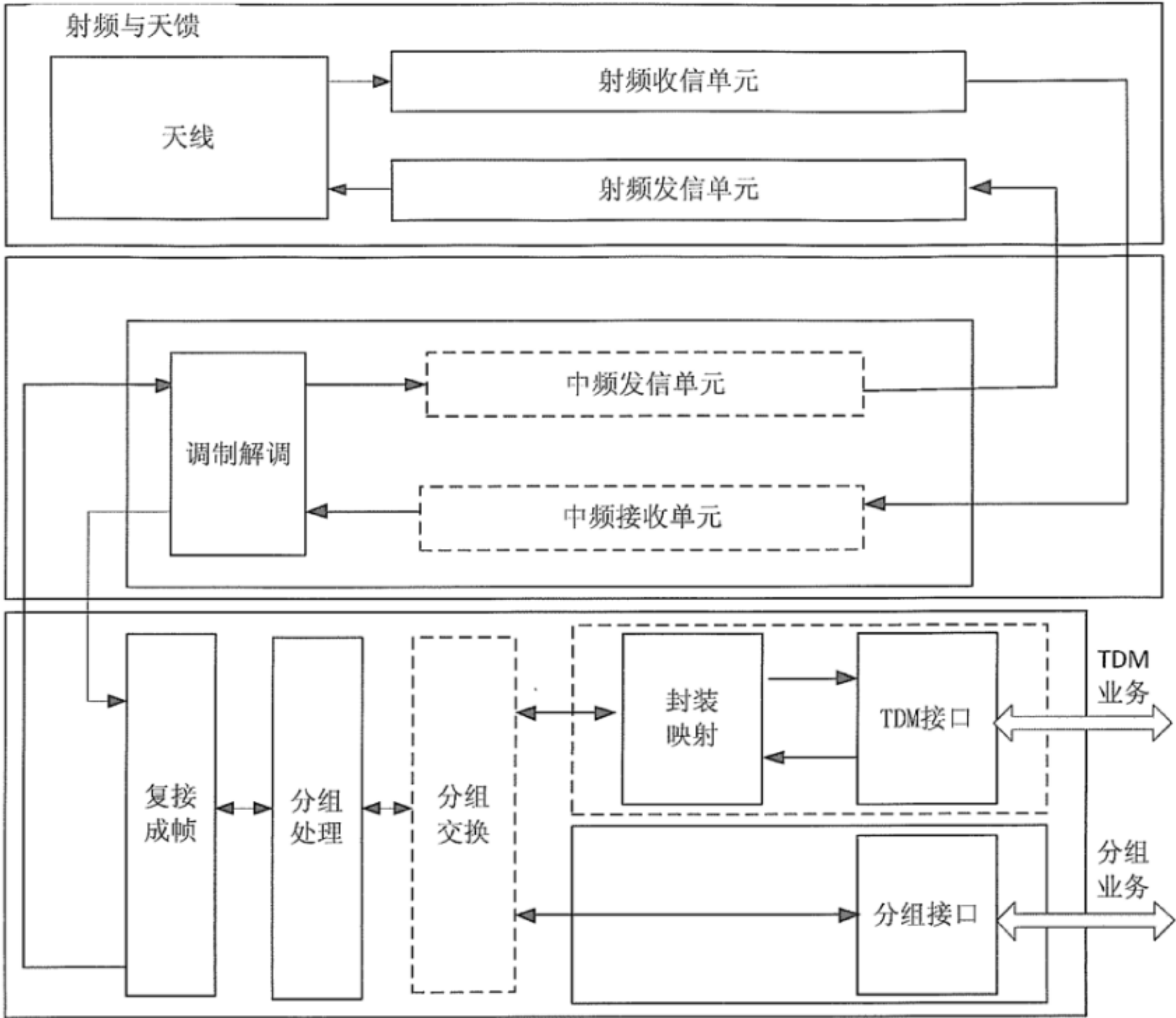
在混合分组微波系统中，在支持分组处理的同时能够兼容TDM处理，其中TDM业务通过原生方式直接映射到微波帧，分组业务通过分组报文的方式直接映射到微波帧。

4.1.3 纯分组微波

纯分组微波系统结构如图2所示。

在纯分组微波系统中，TDM业务和分组业务通过统一的分组处理后映射到微波帧进行传送，其中分组业务通过分组报文的方式直接映射到微波帧，TDM业务通过CES映射到分组报文后再映射到微波帧，

其中CES的实现采用统一的国际标准方式，如IETF的PWE3（见IETF RFC 4553、IETF RFC 5086）、MEF 8等方式。



注：虚线框中的功能表示可选功能。

图2 纯分组微波系统结构

4.2 分组微波设备结构

4.2.1 概述

分组微波设备主要有全室内微波、分体式微波和全室外微波三种结构。

4.2.2 全室内微波系统

全室内微波系统是指基带、中频和射频信号处理均放在室内而室外仅包含天线和馈线的微波系统。

4.2.3 分体式微波系统

分体式微波系统由室内单元和室外单元两部分组成，通常室内单元包含基带和中频信号处理，而室外单元包含射频信号处理，室内单元和室外单元之间通过中频电缆或以太网线连接。

4.2.4 全室外微波系统

在全室外微波系统中，基带、中频和射频信号处理都放置于室外单元中，室外单元直接出业务接口。

5 技术要求及测试方法

5.1 概述

本章测试方法中所涉及的测量设备应满足附录A中所列测试仪表的规格要求。

5.2 差错性能

TDM业务的差错性能指标见YD/T 2529-2013。分组业务的差错性能指标待定。

5.3 频段和信道

5.3.1 频段

1GHz~23GHz频率范围的系统应符合中国无线电管理委员会信部无[2000]705号文件和工信部无[2008]353号文件。

5.3.2 波道配置

按照国家无委现行规定，同一条链路上的波道的配置支持邻波道交叉极化（ACAP）；邻波道同极化（ACCP）；同波道双极化（CCDP）三种，波道配置图如图3所示，其中V表示垂直极化方向，H表示水平极化方向。

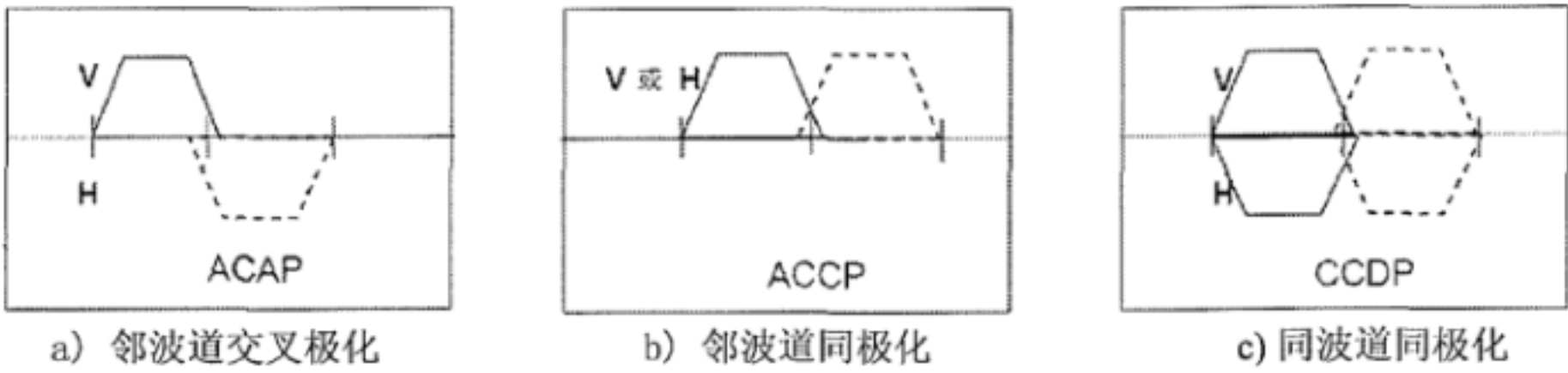


图 3 波道配置

5.3.3 频谱效率等级

给定频带中的最高传输速率取决于频谱效率。根据调制状态可划分成为下列几个频谱效率等级，如表1所示。分组微波系统的射频接口容量RIC与使用的信道带宽和频谱效率等级相关。

表1 频谱效率等级划分

调制状态	频谱效率等级	调制方式举例
2	1	如：2 FSK、2 PSK等
4	2	如：4FSK、4QAM、QPSK等
8	3	如：8 PSK
16	4L	如：16 QAM、16 APSK等
32	4H	如：32 QAM、32 APSK等
64	5LA (ACAP)	如：64 QAM
	5LB (ACCP/CCDP)	
128	5HA (ACAP)	如：128 QAM
	5HB (ACCP/CCDP)	
256	6LA (ACAP)	如：256 QAM
	6LB (ACCP/CCDP)	
512	6HA (ACAP)	如：512 QAM
	6HB (ACCP/CCDP)	
1024	7A (ACAP)	如：1024 QAM
	7B (ACCP/CCDP)	
2048	8A (ACAP)	如：2048 QAM
	8B (ACCP/CCDP)	

5.4 射频 (RF) 接口特性

5.4.1 发射机 (Tx)

5.4.1.1 发射频率容限

发射机发射频率容限要求见 YD/T 2529-2013 第 5.7.1.1 节。

5.4.1.2 发射机最大输出功率

发射机最大输出功率要求见 YD/T 2529-2013 第 5.7.1.2 节。

5.4.1.3 自动发射机输出功率控制 (ATPC)

发射机输出功率自动控制要求见 YD/T 2529-2013 第 5.7.1.4 节。

5.4.1.4 射频频谱模版

5.4.1.4.1 技术要求

本标准中频谱模板相关的技术指标参考了 ETSI EN 302 217-2-2 v2.0.0 规范。分组微波设备的发射频谱具体应符合图 4~图 8 所示的射频频谱模板要求,考虑到国内 23GHz 以上的频段暂时没有开放,23GHz 以上频段的频谱模板信息仅供参考,不作为技术要求。

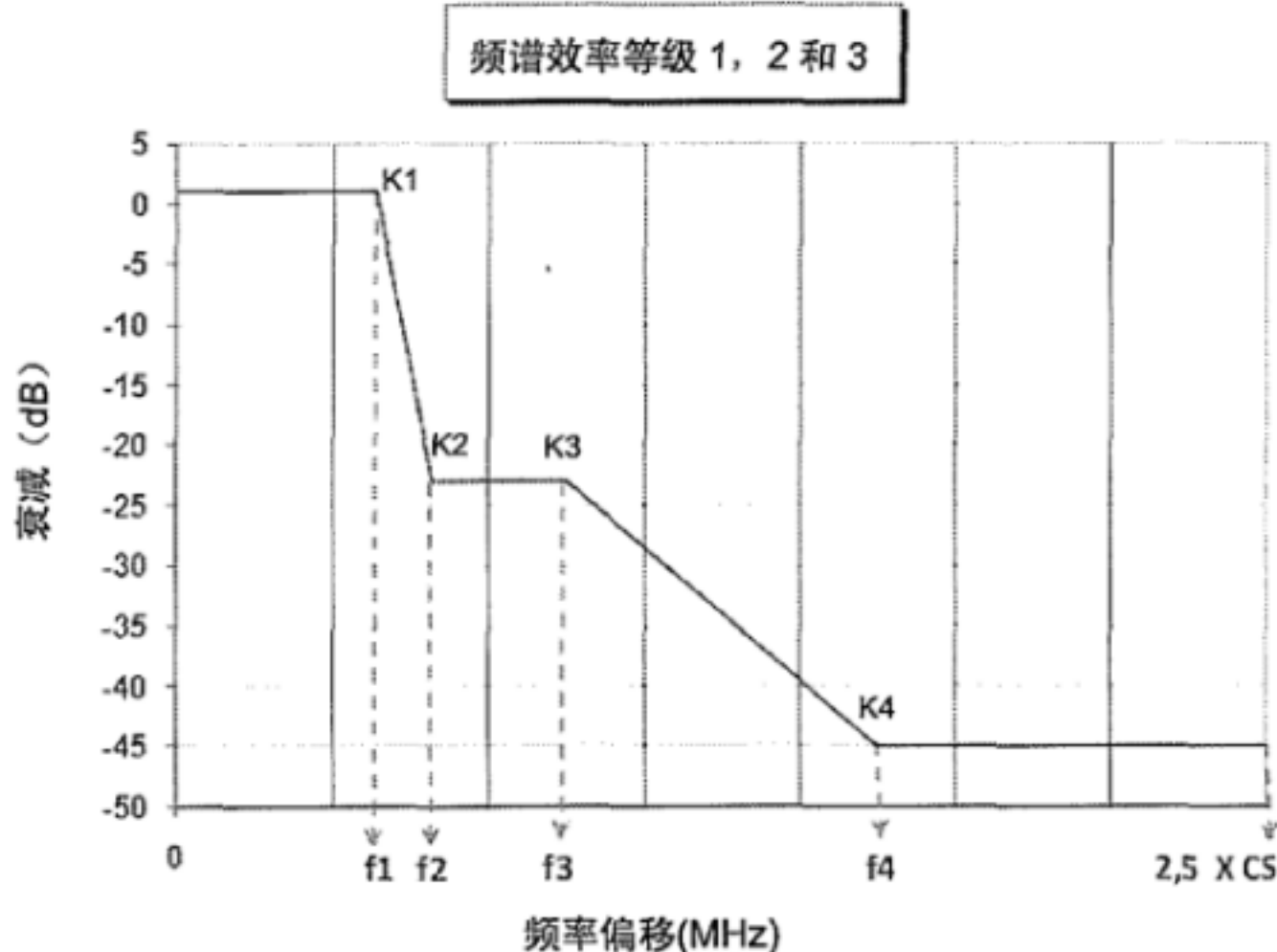
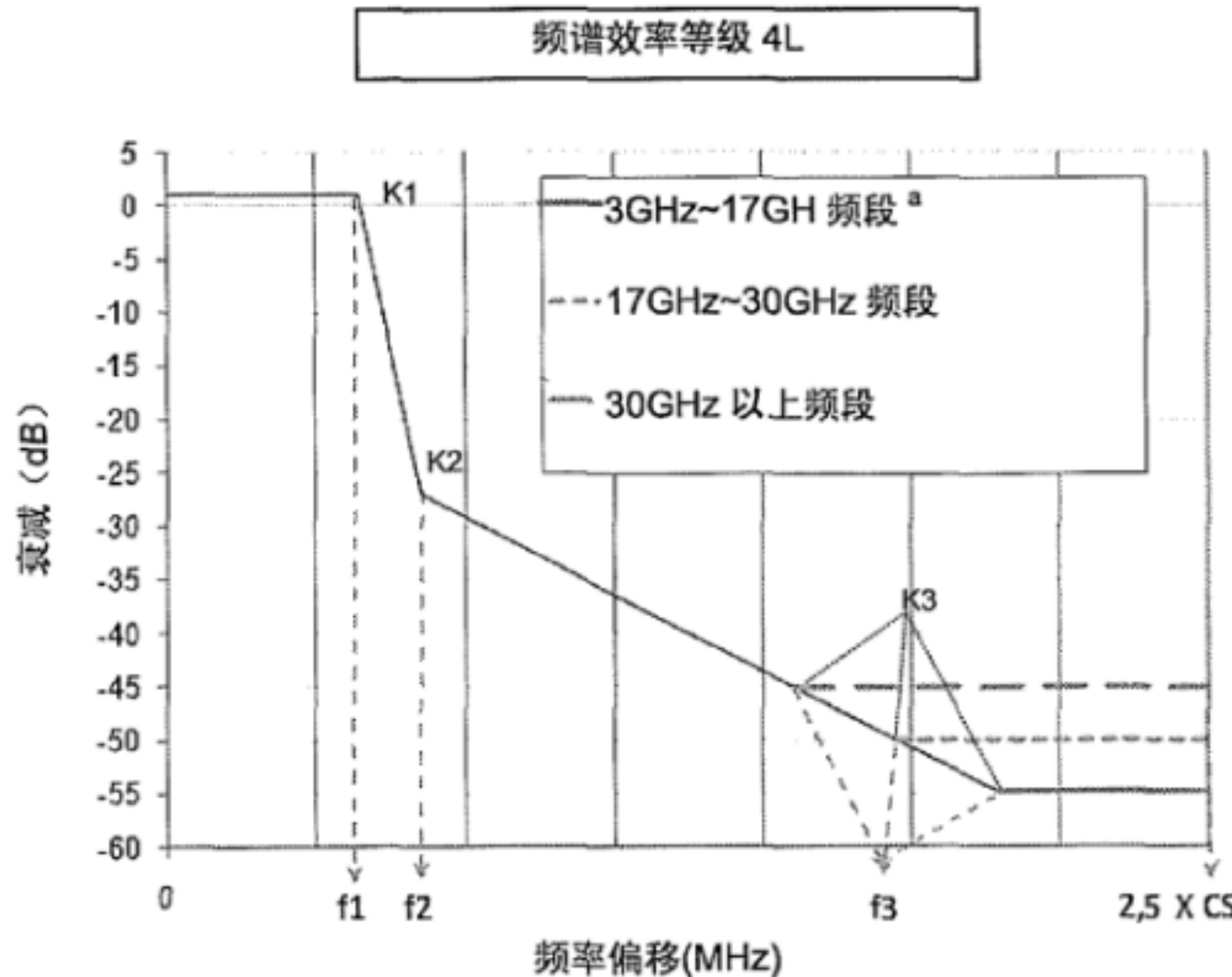


图 4 对应频谱效率等级 1、2 和 3 的统一频谱模板 (适用于 57GHz 以下频段)



a 见表 2~表 6 中脚注 a。

图 5 对应频谱效率等级 4L 的统一频谱模板 (适用于 57GHz 以下频段)

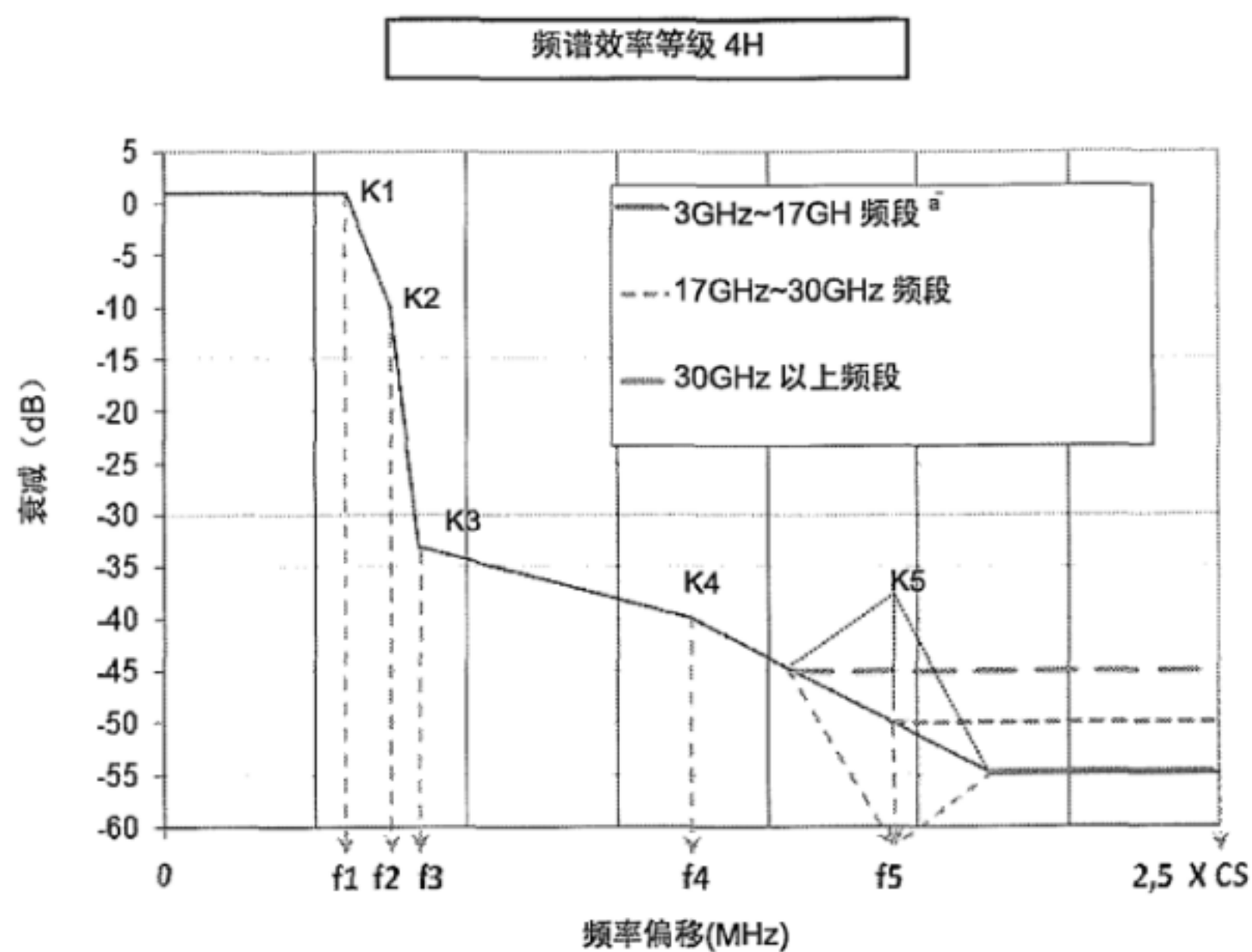
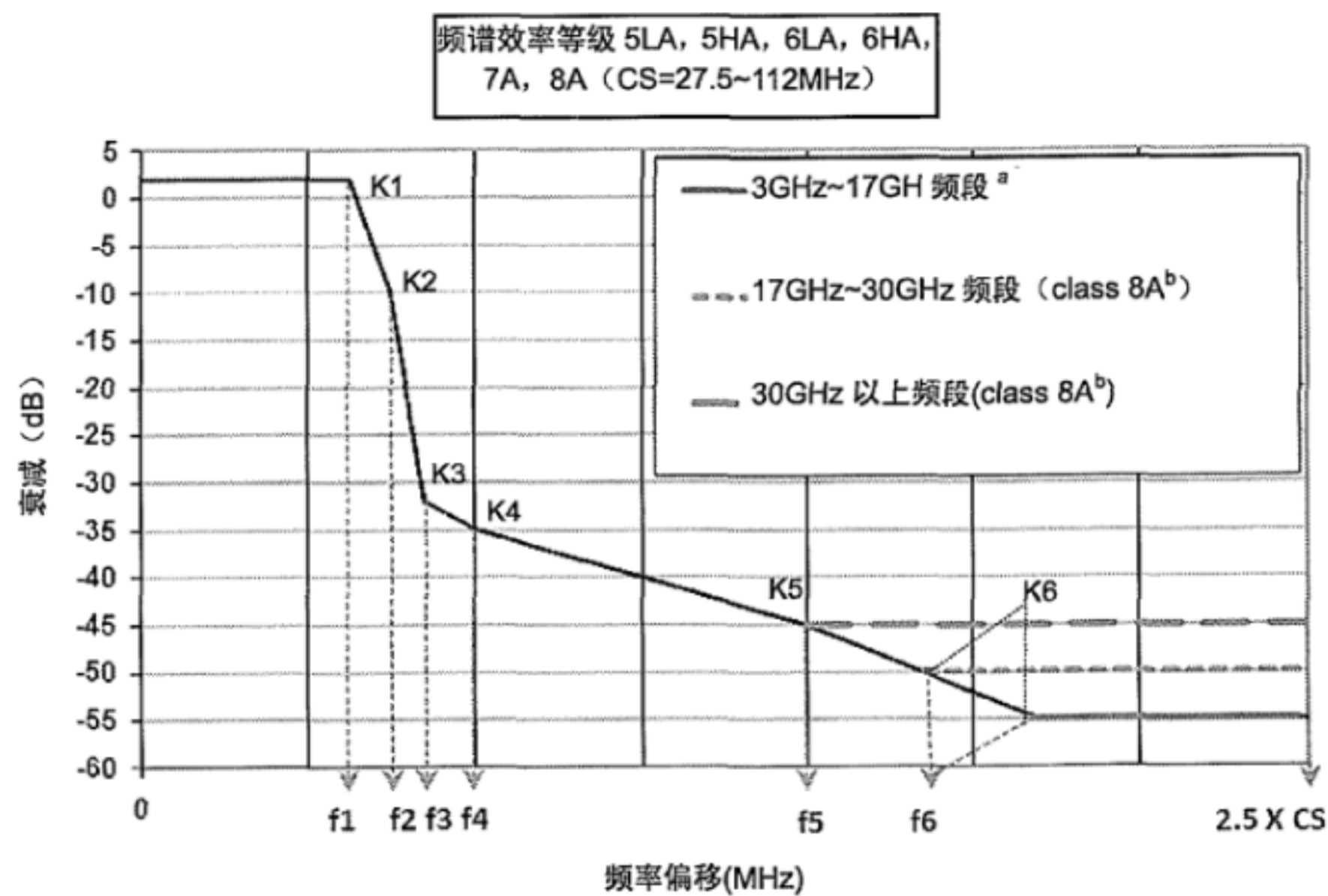


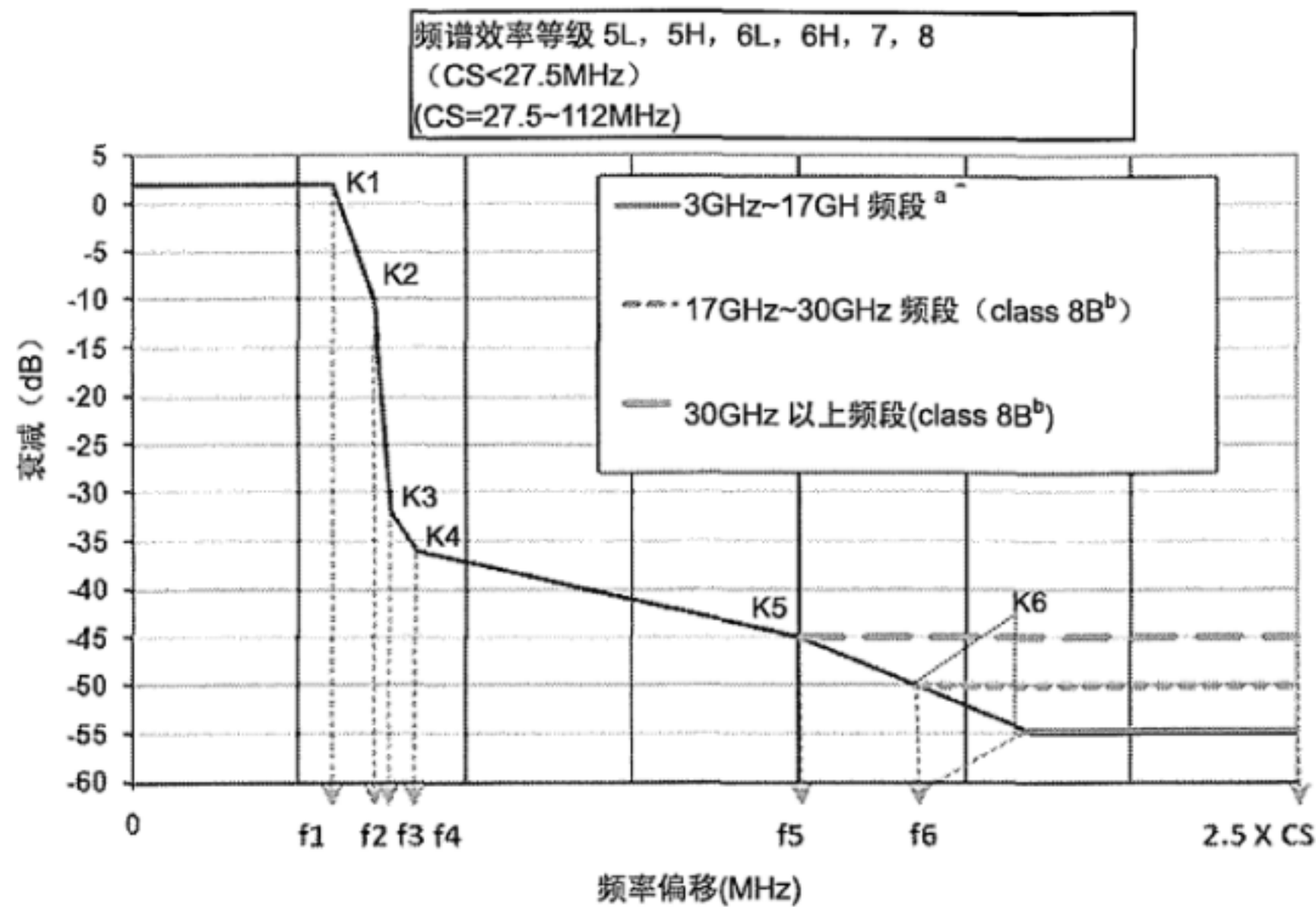
图 6 对应频谱效率等级 4H 的统一频谱模板 (适用于 57GHz 以下频段)



a 见表 2~表 6 脚注 a。

b 调制等级 8、8A 和 8B 在 17GHz~30GHz 频段范围内的限制同样适用于 30GHz 以上频段；见表 4~表 6 的脚注 b、脚注 c、表 7 的脚注 a 和脚注 b。

图 7 对应频谱效率等级 5LA/5HA/6LA/6HA/7A/8A 的统一频谱模板 (适用于 57GHz 以下频段)



- a 见表 2~表 6 脚注 a。
- b 调制等级 8、8A 和 8B 在 17GHz~30GHz 频段范围内的限制同样适用于 30GHz 以上频段；见表 4~表 6 的脚注 b、脚注 c、表 7 的脚注 a 和脚注 b。

图 8 对应频谱效率等级 5LB/5HB/6LB/6HB/7B/8B 的统一频谱模板（适用于 57GHz 以下频段）

分组微波设备的射频频谱模版技术指标值应符合表 2、表 3、表 4、表 5、表 6、表 7 和表 8 所给出的技术指标要求。

表 2 统一的频谱模板拐点（CS=3.5MHz）

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	模板参考形状	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
1	2	图 4	1	1.7	-23	2.1	-23	3.4	-45	6				
2	4													
3	6													
4L	8	图 5	1	1.6	-28	2.2	-55 ^a -50 ^b -45 ^c -60 ^d	7 ^a 6.2 ^b 5.2 ^c 8 ^d						

- a 用于工作在 3 GHz~17 GHz 频段的系统。
- b 用于工作在 17 GHz~30 GHz 频段的系统。
- c 用于工作在 30 GHz 以上频段的系统。
- d 对于 10GHz 频段以下的设备，频谱模板底部延伸到-60dB 处也存在此处所提供的第二种可选项

表 3 统一的频谱模板拐点（CS=7MHz）

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	模板参考形状	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
1	4	图4	1	3.4	-23	4.2	-23	6.8	-45	12				
2	8													
3	12													

表 3 (续)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	模板参考形状	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
4L	16	图5	1	3.2	-28	4.4	-55 ^a -50 ^b -45 ^c -60 ^e	14 ^a 12.4 ^b 10.4 ^c 16 ^e						
4H	24	图6	1	3	-10	3.75	-33	4.2	-40	8.75	-55 ^a -50 ^b -45 ^c -60 ^e	13.75 ^a 12.075 ^b 10.425 ^c 15.425 ^e		
5L	29 (ACCP)	图8	1	3	-10	3.625	-32	3.875	-36	4.25	-45	10	-55 ^a	13.5 ^a
5H	34 (ACCP)												-50 ^b	11.75 ^b
6L	39 (ACCP)												-45 ^d	10 ^d
													-60 ^e	15.25 ^e

a 用于工作在 3 GHz~17 GHz 频段的系统。

b 用于工作在 17 GHz~30 GHz 频段的系统。

c 用于工作在30 GHz以上频段的系统。

d 用于工作在30 GHz以上频段的系统, 拐点5和6是重合的。

e 对于10GHz频段以下的设备, 频谱模板底部延伸到-60dB处也存在此处所提供的第二种可选项

表 4 统一的频谱模板拐点 (CS = 13.75 MHz ≤ CS ≤ 15 MHz)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	模板参考形状	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
1	8	图4	1	6.8	-23	8.4	-23	13.6	-45	24				
2	16													
3	24													
4L	32	图5	1	6.4	-28	8.8	-55 ^a -50 ^b -45 ^c -60 ^e	28 ^a 24.8 ^b 20.8 ^c 32 ^e						
4H	49	图6	1	6	-10	7.5	-33	8.4	-40	17.5	-55 ^a -50 ^b -45 ^c -60 ^e	27.5 ^a 24.15 ^b 20.85 ^c 30.85 ^e		
5L	58 (ACCP)	图8	1	6	-10	7.25	-32	7.75	-36	8.5	-45	20	-55 ^a	27 ^a
5H	68 (ACCP)												-50 ^b	23.5 ^b
6L	78 (ACCP)												-45 ^d	20 ^d
6H	88 (ACCP)												-60 ^e	30.5 ^e
7	98 (ACCP)													
8	107 (ACCP)													

a 用于工作在 3 GHz~17 GHz 频段的系统。

b 用于工作在 17 GHz~30 GHz 频段的系统, 以及 17GHz~43.5GHz 频段内的 8B 频谱效率等级。

c 用于除8B频谱效率等级以外的工作在30 GHz以上频段的系统。

d 用于除8B频谱效率等级以外的工作在30 GHz以上频段的系统, 拐点5和6是重合的。

e 对于10GHz频段以下的设备, 频谱模板底部延伸到-60dB处也存在此处所提供的第二种可选项

表 5 统一的频谱模板拐点 (CS = 27.5 MHz ≤ CS ≤ 30 MHz)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	模板参考形状	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
1	16	图4	2	12.8	-23	16.4	-23	25	-45	45				
2	32													
3	48													
4L	64	图5	2	12.8	-27	17	-55a -50b -45c -60e	56a 49b 42c 63e						
4H	98	图6	2	12	-10	15	-33	16.8	-40	35	-55a -50b -45c -60e	55a 48.3b 41.7c 61.7e		
5LA	117 (ACAP)	图7	2	12.5	-10	15	-32	17	-35	20	-45	40	-55a -50b -45c,d -60e	54a 47b 40c,d 61e
5HA	137 (ACAP)													
6LA	156 (ACAP)													
6HA	176 (ACAP)													
7A	196 (ACAP)													
8A	215 (ACAP)													
5LB	117 (ACCP)	图8	2	12	-10	14.5	-32	15.5	-36	17	-45	40	-55a -50b -45c,d -60e	54a 47b 40c,d 61e
5HB	137 (ACCP)													
6LB	156 (ACCP)													
6HB	176 (ACCP)													
7B	196 (ACCP)													
8B	215 (ACCP)													
a 用于工作在 3 GHz~17 GHz 频段的系统。														
b 用于工作在 17 GHz~30 GHz 频段的系统, 以及 17GHz~43.5GHz 频段内的 8A 和 8B 频谱效率等级。														
c 用于除8A和8B频谱效率等级以外的工作在30 GHz以上频段的系统。														
d 用于除8A和8B频谱效率等级以外的工作在30 GHz以上频段的系统, 拐点5和6是重合的。														
e 对于10GHz频段以下的设备, 频谱模板底部延伸到-60dB处也存在此处所提供的第二种可选项														

表 6 统一的频谱模板拐点 (CS = 55 MHz ≤ CS ≤ 60 MHz)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	模板参考形状	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
1	32	图4	2	25.6	-23	32.8	-23	50	-45	90				
2	64													
3	96													
4L	128	图5	2	25.6	-27	34	-55a -50b -45c -60e	112a 98b 84c 126.0e						
4H	196	图6	2	24	-10	30	-33	33.6	-40	70	-55a -50b -45c -60e	110a 96.6b 83.4c 123.4e		

表 6 (续)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	模板参考形状	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
5LA	235 (ACAP)	图7	2	25	-10	30	-32	34	-35	40	-45	80	-55a -50b -45c,d -60e	108a 94b 80c,d 122e
5HA	274 (ACAP)													
6LA	313 (ACAP)													
6HA	352 (ACAP)													
7A	392 (ACAP)													
8A	431 (ACAP)													
5LB	235 (ACCP)	图8	2	24	-10	29	-32	31	-36	34	-45	80		
5HB	274 (ACCP)													
6LB	313 (ACCP)													
6HB	352 (ACCP)													
7B	392 (ACCP)													
8B	431 (ACCP)													
a 用于工作在 3 GHz~17 GHz 频段的系统。														
b 用于工作在 17 GHz~30 GHz 频段的系统, 以及 17GHz~43.5GHz 频段内的 8A 和 8B 频谱效率等级。														
c 用于除8A和8B频谱效率等级以外的工作在30 GHz以上频段的系统。														
d 用于除8A和8B频谱效率等级以外的工作在30 GHz以上频段的系统, 拐点5和6是重合的。														
e 对于10GHz频段以下的设备, 频谱模板底部延伸到-60dB处也存在此处所提供的第二种可选项														

表 7 统一的频谱模板拐点 CS = 110 MHz~112MHz(18 GHz~42 GHz)

频谱效率等级	最小RIC速率(Mbit/s)	模板参考形状	K1(dB)	f1(MHz)	K2(dB)	f2(MHz)	K3(dB)	f3(MHz)	K4(dB)	f4(MHz)	K5(dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)
1	64	图4	2	51.2	-23	65.6	-23	100	-45	180				
2	128													
3	191													
4L	256	图5	2	51.2	-27	68	-50a -45b	196a 168b						
4H	392	图6	2	48	-10	60	-33	67.2	-40	140	-50a -45b	193.2a 166.8b		
5LA	470 (ACAP)	图7	2	50	-10	60	-32	68	-35	80	-45	160	-50a -45b,c	188a 160b,c
5HA	548 (ACAP)													
6LA	627 (ACAP)													
6HA	705 (ACAP)													
7A	784 (ACAP)													
8A	862 (ACAP)													
5LB	470 (ACCP)	图8	2	48	-10	58	-32	62	-36	68	-45	160		
5HB	584 (ACCP)													
6LB	627 (ACCP)													
6HB	705 (ACCP)													
7B	784 (ACCP)													
8B	862 (ACCP)													
a 用于工作在17 GHz~30 GHz频段的系统, 以及17GHz~43.5GHz频段内的8A和8B频谱效率等级。 b 用于除8A和8B频谱效率等级以外的工作在30 GHz以上频段的系统。 c 用于除8A和8B频谱效率等级以外的工作在30 GHz以上频段的系统, 拐点5和6是重合的														

表 8 统一的频谱模板拐点 (CS = 40 MHz)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	模板参考 形状	K1 (dB)	f1 (MHz)	K2 (dB)	f2 (MHz)	K3 (dB)	f3 (MHz)	K4 (dB)	f4 (MHz)	K5 (dB)	f5 (MHz)	K6 (dB)	f6 (MHz)		
5LA	168 (ACAP)	图7	2	18	-10	21.5	-32	24.5	-35	29	-45	57	-55 -60a	77 87a		
5HA	196 (ACAP)															
6LA	224 (ACAP)															
6HA	252 (ACAP)															
7A	280 (ACAP)															
8A	308 (ACAP)															
5LB	168 (ACCP)	图8	2	17.2	-10	20.8	-32	22.2	-36	24.5	-45	57				
5HB	196 (ACCP)															
6LB	224 (ACCP)															
6HB	252 (ACCP)															
7B	280 (ACCP)															
8B	308 (ACCP)															
注：CS=40MHz 的频段一般用于大容量的微波传输链路。本标准中没有考虑低于 5L 的频谱效率等级																
a 对于 10GHz 频段以下的设备，频谱模板底部延伸到-60dB 处也存在此处所提供的第二种可选项																

5.4.1.4.2 测试方法

- 测试项: 射频频谱模板测试。
- 测试说明: 验证设备的发射频谱是否满足上述射频频谱模板的技术要求。
- 测试步骤: a) 按图 9 连接设备和仪表, 确保各设备、仪表良好接地, 并上电预热 15min。

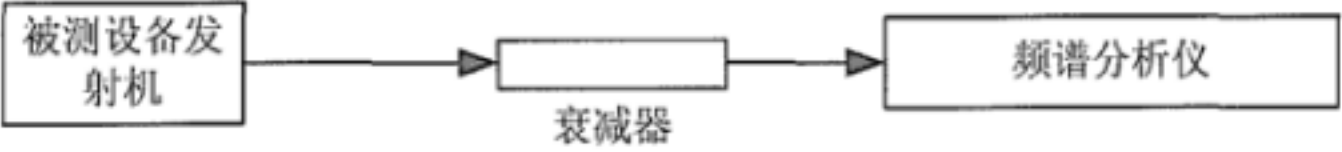


图 9 射频频谱模板测试组网示意

- b) 设置被测发射机为最大功率输出, 射频为调制波输出。
- c) 根据表 9 参数设置频谱分析仪。

表 9 频谱仪参数设置

CS (MHz)	$0.9 < CS \leq 12$	$12 < CS \leq 36$	$36 < CS$
中心频率	f_0		
扫描宽度	$\geq 5 \times CS$		
扫描时间	自动		
分辨率带宽(RBW) (kHz)	30	100	300
视频带宽(VBW) (kHz)	0.3		
注: f_0 代表载波标称值			

- d) 被测设备的射频频谱模板应符合图 4~图 8、表 2~表 8 的要求

5.4.1.5 占用带宽 (OBW)

占用带宽 (OBW) 技术要求及测试方法见 YD/T 2529-2013 第 5.7.1.6 节。

5.4.1.6 杂散发射

杂散发射技术要求及测试方法见 YD/T 2529-2013 第 5.7.1.7 节。

5.4.2 接收机 (Rx)

5.4.2.1 接收灵敏度

5.4.2.1.1 技术要求

本标准中接收灵敏度相关的技术指标主要参考 ETSI EN 302 217-2-2 v2.0.0。分组微波设备的接收灵敏度具体应符合表 10、表 11、表 12、表 13、表 14 和表 15 中的技术指标要求。

表 10 3GHz~11GHz 频段 BER 与 RSL 的关系

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	信道间隔 (MHz)	RSL(dBm)		
			$BER \leq 10^{-6}$	$BER \leq 10^{-8}$	$BER \leq 10^{-10}$
2	4	3.5	-90	-88.5	-
	8	7	-87	-85.5	
	16	14~15	-84	-82.5	
	32	28~30	-81	-79.5	
	64	56~60	-78	-76.5	
3	6	3.5	-85	-83.5	-
	12	7	-82	-80.5	
	24	14~15	-79	-77.5	
	48	28~30	-76	-74.5	
	96	56~60	-73	-71.5	
4L	8	3.5	-83	-81.5	-
	16	7	-80	-78.5	
	32	14~15	-77	-75.5	
	45	20	-76	-74.5	
	64	28~30	-74	-72.5	
	128	56~60	-71	-	-68
4H	24	7	-77	-75.5	-
	49	14~15	-74	-72.5	-
	98	28~30	-71	-69.5	-
	196	56~60	-68	-	-65
5L	29	7	-74	-72.5	-
	58	14~15	-71	-69.5	-
5LA / 5LBa	117	28~30(ACAP/ACCP)	-68	-	-65
	235	56~60(ACAP/ACCP)	-65	-	-62
5H	34	7	-72.5	-71	-
	68	14~15	-69.5	-68	-
5HA/5HBa	137	28~30(ACCP)	-67	-	-64
	274	56~60(ACCP)	-64	-	-61
6L	39	7	-68	-66.5	-
	78	14~15	-65	-63.5	-
6LA/6LBa	156	28~30(ACAP)	-63	-	-60
	313	56~60(ACAP)	-60	-	-57
6H	88	14~15	-61	-59.5	-
6HA / 6HBa	176	28~30(ACAP/ACCP)	-58.5	-	-55.5
	352	56~60(ACAP/ACCP)	-56	-	-53

表 10 (续)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	信道间隔 (MHz)	RSL(dBm)		
			$BER \leq 10^{-6}$	$BER \leq 10^{-8}$	$BER \leq 10^{-10}$
7	98	14~15	-57.5	-56	-
7A/7Ba	196	28~30(ACAP/ACCP)	-55	-	-52
	392	56~60(ACAP/ACCP)	-52.5	-	-49.5
8	107	14~15	-54.5	-	-51.5
8A/8Ba	215	28~30(ACAP/ACCP)	-51.5	-	-48.5
	431	56~60(ACAP/ACCP)	-49	-	-46

注：‘-’表示未定义

a 对于信道间隔为28MHz~30MHz或56MHz~60MHz的频谱效率为5LB、5HB、6LB、6HB、7B和8B的系统，在间隔约30MHz或60MHz的偶数或奇数个信道连接到同一个天线端口（除了采用在同一极化方向上的情况）时，使用了外置的3dB衰减的合路器（放置在馈源前）的情况下，应满足表中的限制。如果是采用窄带分支滤波器来实现上述目的，则上述误码率性能指标要求可以放宽1.5dB

表 11 3GHz~11GHz 频段 BER 与 RSL 的关系（40MHz 信道间隔）

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	信道间隔(MHz)	RSL (dBm)	
			$BER \leq 10^{-6}$	$BER \leq 10^{-10}$
5LB ^a	STM-1或137	40 ACCP	-69	-66
			-68	-65
5LA / 5LB ^a	168		-68	-65
			-67	-64
5HA / 5HB ^a	196	40 ACCP	-63.5	-60.5
			-63.5	-60.5
5HB/28 ^{a,b}	STM-1或137	40 ACCP	-65	-62
			-64	-61
6LA / 6LB ^a	224	40 ACAP/ACCP	-60.5	-57.5
6HA / 6HB ^a	252	40 ACAP/ACCP	-57.5	-54.5
7A / 7B ^a	280	40 ACAP/ACCP	-54	-51
8A / 8B ^a	308	40 ACAP/ACCP	-50.5	-47.5

a 对于信道间隔为40MHz的偶数或奇数个信道连接到同一个天线端口（除了采用在同一极化方向上的情况）时，使用了外置的3dB衰减的合路器（放置在馈源前）的情况下，应满足表中的限制。如果是采用窄带分支滤波器来实现上述目的，则上述误码率性能指标要求可以放宽1.5dB。

b 该项是提供了在ACCP或CCDP情况下最小RIC不满足要求的情况下的系统参数。这里是为了覆盖基于28MHz信道配置的STM-1系统用在40MHz信道配置的情况

表 12 13GHz 和 15GHz 频段 BER 与 RSL 的关系

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	信道间隔 (MHz)	RSL(dBm)		
			$BER \leq 10^{-6}$	$BER \leq 10^{-8}$	$BER \leq 10^{-10}$
2	4	3.5	-90	-88.5	-
	8	7	-87	-85.5	-
	16	14	-84	-82.5	-
	32	28	-81	-79.5	-
	64	56	-78	-76.5	-

表 12 (续)

频谱效率 等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	信道间隔 (MHz)	RSL(dBm)		
			$BER \leq 10^{-6}$	$BER \leq 10^{-8}$	$BER \leq 10^{-10}$
3	6	3.5	-85	-83.5	-
	12	7	-82	-80.5	-
	24	14	-79	-77.5	-
	48	28	-76	-74.5	-
	96	56	-73	-71.5	-
4L	8	3.5	-83	-81.5	-
	16	7	-80	-78.5	-
	32	14	-77	-75.5	-
	64	28	-74	-72.5	-
	128	56	-71	-	-68
4H	24	7	-77	-75.5	-
	49	14	-74	-72.5	-
	98	28	-71	-69.5	-
	196	56	-68	-	-65
5L	29	7	-74	-72.5	-
	58	14	-71	-69.5	-
5LA / 5LBa	117	28 (ACAP/ACCP)	-68	-	-65
	235	56 (ACAP/ACCP)	-65	-	-62
5H	34	7	-71.5	-70	-
	68	14	-68.5	-67	-
5HA/5HBa	137	28(ACAP/ACCP)	-65.5	-	-62.5
	274	56(ACAP/ACCP)	-62	-	-59
6L	39	7	-67.5	-66	-
	78	14	-64.5	-63	-
6LA / 6LBa	156	28(ACAP/ACCP)	-62	-	-59
	313	56(ACAP/ACCP)	-59	-	-56
6H	88	14	-61	-59.5	-
6HA / 6HBa	176	28 (ACAP/ACCP)	-58.5	-	-55.5
	352	56 (ACAP/ACCP)	-56	-	-53
7	98	14	-57.5	-56	-
7A / 7Ba	196	28 (ACAP/ACCP)	-55	-	-52
	392	56 (ACAP/ACCP)	-52.5	-	-49.5
8	107	14	-54.5	-	-51.5
8A / 8B ^a	215	28 (ACAP/ACCP)	-51.5	-	-48.5
	431	56 (ACAP/ACCP)	-49	-	-46

注：“-”表示未定义

a 对于信道间隔为 28MHz 或 56MHz 的频谱效率为 5HB、6LB 和 7B 的系统，在间隔为 28MHz 或 56MHz 的偶数或奇数个信道连接到同一个天线端口（除了采用在同一极化方向上的情况）时，使用了外置的 3dB 衰减的合路器（放置在馈源前）的情况下，应满足表中的限制。如果是采用窄带分支滤波器来实现上述目的，则上述误码率性能指标要求可以放宽 1.5dB

表13 18GHz频段BER与RSL的关系

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	信道间隔(MHz)	RSL(dBm)		
			$BER \leq 10^{-6}$	$BER \leq 10^{-8}$	$BER \leq 10^{-10}$
2	4	3.5	-89	-87.5	-
	8	7	-86	-84.5	-
	16	14	-83	-81.5	-
	32	28	-80	-78.5	-
	64	56	-77	-75.5	-
	128	110	-74	-	-71
3	6	3.5	-84	-82.5	-
	12	7	-81	-79.5	-
	24	14/13.75	-78	-76.5	-
	48	28/27.5	-75	-73.5	-
	96	55	-72	-70.5	-
	191	110	-69	-	-66
4L	8	3.5	-82	-80.5	-
	16	7	-79	-77.5	-
	32	14/13.75	-76	-74.5	-
	64	27.5	-73	-71.5	-
	128	55	-70	-	-67
4H	256	110	-67	-	-64
	24	7	-76	-74.5	-
	49	14/13.75	-73	-71.5	-
	98	27.5	-70	-68.5	-
	196	55	-67	-	-64
	392	110	-64	-	-61
5L	29	7	-73	-71.5	-
	58	14/13.75	-70	-68.5	-
5LA/5LB ^a	117	27.5	-67	-	-64
	235	55	-64	-	-61
	470	110	-61	-	-58
5H	sSTM-22	3.5	-73	-71.5	-
	34	7	-70	-68.5	-
	68	13.75	-67	-65.5	-
5HA/5HB ^a	137	27.5(ACAP/ACCP)	-64	-	-61
	274	55(ACAP/ACCP)	-61	-	-58
	548	110(ACAP/ACCP)	-58	-	-55
6L	39	7	-66	-64.5	-
	78	13.75/14	-63.5	-62	-
6LA/6LB ^a	156	27.5(ACAP/ACCP)	-61	-	-58
	313	55(ACAP/ACCP)	-58	-	-55
	627	110(ACAP/ACCP)	-55	-	-52

表13 (续)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	信道间隔(MHz)	RSL(dBm)		
			$BER \leq 10^{-6}$	$BER \leq 10^{-8}$	$BER \leq 10^{-10}$
6H	88	13.75/14	-60	-58.5	-
6HA/6HB ^a	176	27.5(ACAP/ACCP)	-57.5	-	-54.5
	352	55(ACAP/ACCP)	-55	-	-52
	705	110(ACAP/ACCP)	-52	-	-49
7	98	13.75/14	-56.5	-55	-
7A/7B ^a	196	27.5(ACAP/ACCP)	-54	-	-51
	392	55(ACAP/ACCP)	-51.5	-	-48.5
	784	110(ACAP/ACCP)	-49	-	-46
8	107	13.75/14	-53.5	-	-50.5
8A/8B ^a	215	27.5(ACAP/ACCP)	-50.5	-	-47.5
	431	55(ACAP/ACCP)	-48	-	-45
	862	110(ACAP/ACCP)	-45.5	-	-42.5

注: '-' 表示未定义

a 对于信道间隔为 27.5MHz 或 55MHz 的频谱效率为 5HB、6LB 和 7B 的系统, 在间隔为 27.5MHz 或 55MHz 的偶数或奇数个信道连接到同一个天线端口 (除了采用在同一极化方向上的情况) 时, 使用了外置的 3dB 衰减的合路器 (放置在馈源前) 的情况下, 应满足表中的限制。如果是采用窄带分支滤波器来实现上述目的, 则上述误码率性能指标要求可以放宽 1.5dB

表14 23GHz频段BER与RSL的关系(RIC<100Mbit/s)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	信道间隔 (MHz)	RSL (dBm)	
			$BER \leq 10^{-6}$	$BER \leq 10^{-8}$
2	4	3.5	-89	-87.5
	8	7	-86	-84.5
	16	14	-83	-81.5
	32	28	-80	-78.5
	64	56	-77	-75.5
3	6	3.5	-84	-82.5
	12	7	-81	-79.5
	24	14	-78	-76.5
	48	28	-75	-73.5
	96	56	-72	-70.5
4L	8	3.5	-82	-80.5
	16	7	-79	-77.5
	32	14	-76	-74.5
	64	28	-73	-71.5
4H	24	7	-76	-74.5
	49	14	-73	-71.5
	98	28	-70	-68.5
5L	29	7	-73	-71.5
	58	14	-70	-68.5
5H	34	7	-70	-68.5
	68	14	-67	-65.5

表14 (续)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	信道间隔 (MHz)	RSL (dBm)	
			$BER \leq 10^{-6}$	$BER \leq 10^{-6}$
6L	39	7	-66	-64.5
	78	14	-63.5	-62
6H	88	14	-60	-58.5
7	98	14	-56.5	-55

表15 23GHz频段BER与RSL的关系($RIC \geq 100$ Mbit/s)

频谱效率等级	最小RIC速率 (Mbit/s)	信道间隔 (MHz)	RSL (dBm)	
			$BER \leq 10^{-6}$	$BER \leq 10^{-10}$
2	128	112	-74	-71
3	191	112	-69	-66
4L	128	56	-70	-67
	256	112	-67	-64
4H	196	56	-67	-64
	392	112	-64	-61
5LA/5LB	117	28	-67	-64
	235 ^a	56	-64	-61
	470	112	-61	-58
5HA/5HB	137	28	-64	-61
	274 ^a	56	-61	-58
	548	112	-58	-55
6LA/6LB	156	28	-61	-58
	313	56	-58	-55
	627	112	-55	-52
6HA/6HB	176	28	-57.5	-54.5
	352	56	-55	-52
	705	112	-52	-49
7A/7B	196	28	-54	-51
	392	56	-51.5	-48.5
	784	112	-49	-46
8A/8B	107	14	-53.5	-50.5
	215	28	-50.5	-47.5
	431	56	-48	-45
	862	112	-45.5	-42.5

a 设备需求是基于单极化方向的RIC速率。然而， $4 \times \text{STM-1}$ 或 STM-4 的容量也可以通过CCDP方式使用两个 $2 \times \text{STM-1}$ 设备来实现，也可以通过将两个 $2 \times \text{STM-1}$ 系统运行在不相邻的56MHz信道（根据频谱的可用性）上来实现

5.4.2.1.2 测试方法

测试项：接收灵敏度测试。

测试说明： a) 本测试中的射频可调衰减器需要支持连续可调。
b) 本测试中，用误码率来衡量 TDM 业务性能，用丢包率来衡量分组业务性能。
c) 根据 ETSI EN 302 217-2-1 v1.3.1 第 G.4 节内容， Ethernet 业务的丢包率与误码率存在如下对应关系（基于帧长为 64byte 来考虑 并且假定丢弃的帧中只有 1bit 误码）。
丢包率 $L = p \times (1 - p)^{64 \times 8 - 1} \times (64 \times 8)$ ，其中 p 为误码率；
依据上述公式，丢包率与误码率典型数值的转换关系如表 16 所示。

表16 误码率和丢包率转换关系

误码率 (BER)	丢包率
10^{-3}	3×10^{-1}
10^{-6}	5×10^{-4}
10^{-8}	5×10^{-6}
10^{-10}	5×10^{-8}
10^{-12}	5×10^{-10}

测试步骤： a) 按图 10 连接，确保各设备、仪表良好接地，并上电预热 15min；

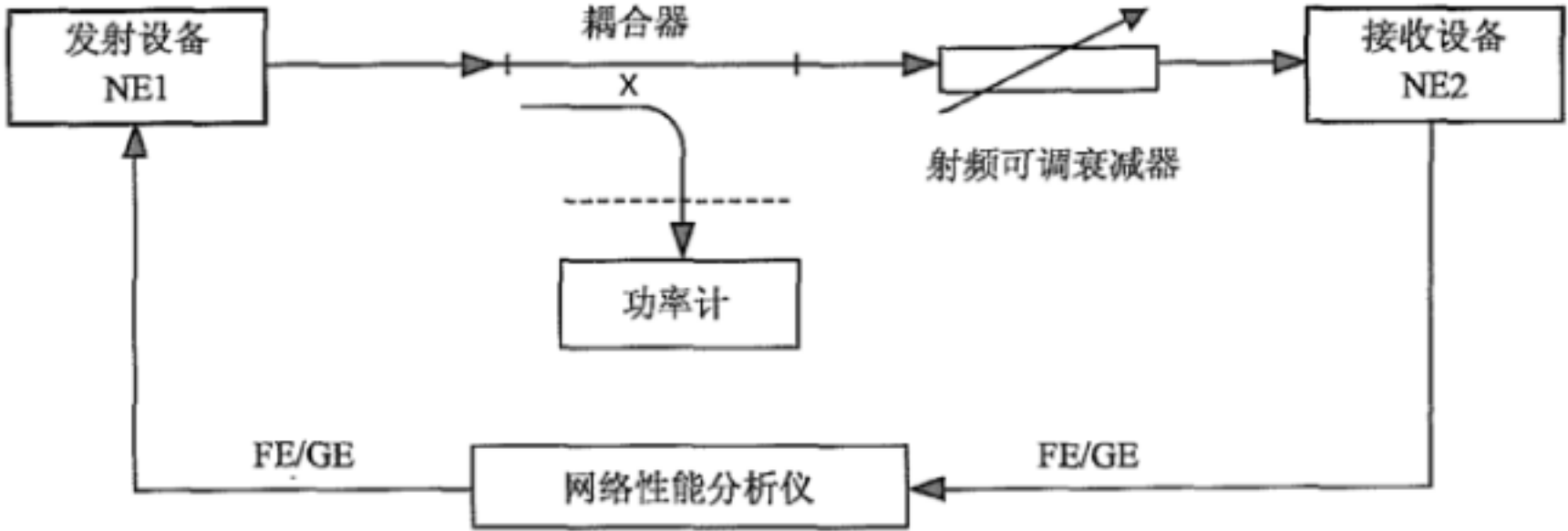


图10 接收灵敏度测试组网示意

- b) 配置发射设备 NE1 与接收设备 NE2 正常工作；
c) 启动网络性能分析仪监测业务，设置发送帧长为 64byte；
d) 逐渐加大射频可调衰减器的衰减量并检测网络性能分析仪的丢包或误码情况，待业务出现丢包或误码后，重置网络性能分析仪，直到丢包率分别稳定在小于等于 5×10^{-4} ， 5×10^{-6} 和 5×10^{-8} 级别；或系统误码率分别小于等于 1×10^{-6} 、 1×10^{-8} 、 1×10^{-10} 至少 10min。
e) 记录上述不同丢包率或误码率下的接收灵敏度，灵敏度指标测试结果应能满足表 10、表 11、表 12、表 13、表 14 和表 15 中对应的指标。

5.4.2.2 接收机输入电平范围

5.4.2.2.1 技术要求

接收机输入电平范围应大于40dB。

5.4.2.2.2 测试方法

测试项：接收机输入电平范围。

测试说明：与接收灵敏度测试项说明相同。

- 测试步骤:
- a) 按图 10 连接, 确保各设备、仪表良好接地, 并上电预热 15min。
 - b) 配置配置发射设备 NE1 与接收设备 NE2 正常工作。
 - c) 启动网络性能分析仪监测业务, 设置发送帧长为 64byte。
 - d) 减小射频可调衰减器衰减量, 使系统丢包率小于等于 5×10^{-4} 级别或系统误码率分别小于等于 1×10^{-6} 稳定至少 10min, 记录此时接收机输入电平为 R_{\max} 。
 - e) 逐渐加大可调衰减器衰减量, 使系统丢包率小于等于 5×10^{-4} 级别或系统误码率分别小于等于 1×10^{-6} 稳定至少 10min, 记录此时接收机输入电平为 R_{\min} 。
 - f) 计算接收机输入信号电平范围($R_{\max} - R_{\min}$), 接收机输入电平范围应该大于 40dB。

5.4.2.3 同波道和邻波道干扰灵敏度

5.4.2.3.1 技术要求

本标准中同波道和邻波道干扰灵敏度相关的技术指标主要参考 ETSI EN 302 217-2-2 v2.0.0 规范。同波道和邻波道干扰灵敏度具体应满足表 17、表 18 和表 19 的技术指标要求。

表 17 3GHz~11GHz 频段同波道和邻波道干扰灵敏度指标

频谱效率等级	信道间隔 (MHz)	BER=10 ⁻⁶ 的接收灵敏度恶化 1dB 和 3dB 时的 C/I (dB)			
		同道干扰		第一邻道干扰	
		1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
2	3.5; 7; 14~15; 28~30; 56~60	23	19	0	-4
3	3.5; 7; 14~15; 28~30; 56~60	27	23	-1	-5
4L	3.5; 7; 14~15; 28~30; 56~60	30	26.5	-3	-7
	20	30	26.5	-8	-12
4H	7; 14~15; 28~30; 56~60	33	29	-5	-9
5L	7; 14~15	34	30	-3	-7
5LB	28~30; 56~60 (ACCP)				
5LA	28~30; 56~60 (ACAP)	34	30	4	1
5H	7; 14~15	37	33	-2	-6
5HB	28~30; 56~60 (ACCP)	35	32	-5	-8
5HA	28~30; 56~60 (ACAP)	37	33	3	-1
6L	7	40	36	0	-4
	14~15				
6LB	28~30; 56~60 (ACCP)	40	36	0	-4
6LA	28~30; 56~60 (ACAP)	40	36	10	7
6H	14~15	43	39	0	-4
6HB	28~30; 56~60 (ACCP)				
6HA	28~30; 56~60 (ACAP)	43	39	10	6
7	14~15	46	42	0	-4
7B	28~30; 56~60 (ACCP)				
7A	28~30; 56~60 (ACAP)	46	42	13	9
8	14~15	50	46	0	-4
8B	28~30; 56~60 (ACCP)				
8A	28~30; 56~60 (ACAP)	50	46	17	13

表18 13GHz、15GHz和18GHz频段同波道和邻波道干扰灵敏度指标

频谱效率等级	信道间隔 (MHz)	$BER=10^{-6}$ 的接收灵敏度恶化1dB和3dB时的C/I (dB)			
		同道干扰		第一邻道干扰	
		1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
2	3.5; 7; 14; 28; 56	23	19	0	-4
	13.75; 27.5; 55; 110	23	19	1	-3
3	3.5; 7; 14; 28; 56	27	24.5	-1	-5
	13.75; 27.5; 55; 110	27	24.5	0	-4
4L	3.5; 7; 14; 28	30	26.5	-1	-5
	13.75; 27.5	30	26.5	0	-4
	55/56; 110	29	25	-5	-9
4H	3.5	30	26	-4	-8
	7; 14; 28; 56	30	26.5	-6	-9.5
	13.75; 27.5; 55; 110	30	26.5	-2	-5.5
5L	7; 13.75/14	34	30	-3	-7
5LB	27.5/28; 55/56; 110 (ACCP)	34	30	-3	-7
5LA	27.5/28; 55/56; 110 (ACAP)	34	30	4	1
5H	3.5	37	33	0	-4
	7; 13.75/14	37	33	-3.5	-7.5
5HB	28	35	32	-5	-8
	27.5	37	33	-3	-7
	55/56	37	33	-3.5	-7.5
	110	37	33	-3.5	-7.5
5HA	27.5/28; 55/56; 110 (ACAP)	37	33	3	-1
6L	7; 13.75/14	40	36	0	-4
6LB	27.5/28; 55/56; 110 (ACCP)	40	36	0	-4
6LA	27.5/28; 55/56; 110 (ACAP)	40	36	10	7
6H	13.75/14	43	39	0	-4
6HB	27.5/28; 55/56; 110 (ACCP)				
6HA	27.5/28; 55/56; 110 (ACAP)	43	39	10	6
7	13.75/14	46	42	0	-4
7B	27.5/28; 55/56; 110 (ACCP)	46	42	0	-4
7A	27.5/28; 55/56; 110 (ACAP)	46	42	13	9
8	13.75/14	50	46	0	-4
8B	27.5/28; 55/56; 110 (ACCP)				
8A	27.5/28; 55/56; 110 (ACAP)	50	46	17	13

表19 23GHz频段同波道和邻波道干扰灵敏度指标

频谱效率等级	信道间隔 (MHz)	$BER=10^{-6}$ 的接收灵敏度恶化1dB和3dB时的C/I (dB)			
		同道干扰		第一邻道干扰	
		1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
1	3.5	23	19	0	-4
	7; 14; 28; 56				

表19 (续)

频谱效率等级	信道间隔 (MHz)	BER=10 ⁻⁶ 的接收灵敏度恶化1dB和3dB时的C/I (dB)			
		同道干扰		第一邻道干扰	
		1 dB	3 dB	1 dB	3 dB
2	3.5	23	19	0	-4
	7; 14; 28				
	56				
	112				
3	3.5	23	19	-1	-5
	7; 14; 28				
	56				
	112				
4L	3.5	30	26	-1	-5
	7; 14; 28				
	56				
	112				
4H	7; 14; 28; 56; 112	30	26	-6	-9.5
5L	7; 14	34	30	-3	-7
5LB	28; 56; 112 (ACCP)	34	30	-3	-7
5LA	28; 56; 112 (ACAP)	34	30	4	1
5H	7; 14	37	33	-3	-7
5HB	28 (ACCP)				
	56; 112 (ACCP)	37	33	-3.5	-7.5
5HA	28; 56; 112 (ACAP)	37	33	+3	-1
6L	7; 14	40	36	0	-4
6LB	28; 56; 112 (ACCP)				
6LA	28; 56; 112 (ACAP)	40	36	10	7
6H	14	43	39	0	-4
6HB	28; 56; 112 (ACCP)				
6HA	28; 56; 112 (ACAP)	43	39	10	6
7	14	46	42	0	-4
7B	28; 56; 112 (ACCP)				
7A	28; 56; 112 (ACAP)	46	42	13	9
8	14	50	46	0	-4
8B	28; 56; 112 (ACCP)				
8A	28; 56; 112 (ACAP)	50	46	17	13

5.4.2.3.2 测试方法

测试项： 同波道和邻波道干扰灵敏度测试。

测试说明： 与接收灵敏度测试项说明相同。

测试步骤： a) 按图 11 组网，确保各设备、仪表良好接地，并上电预热 15min；

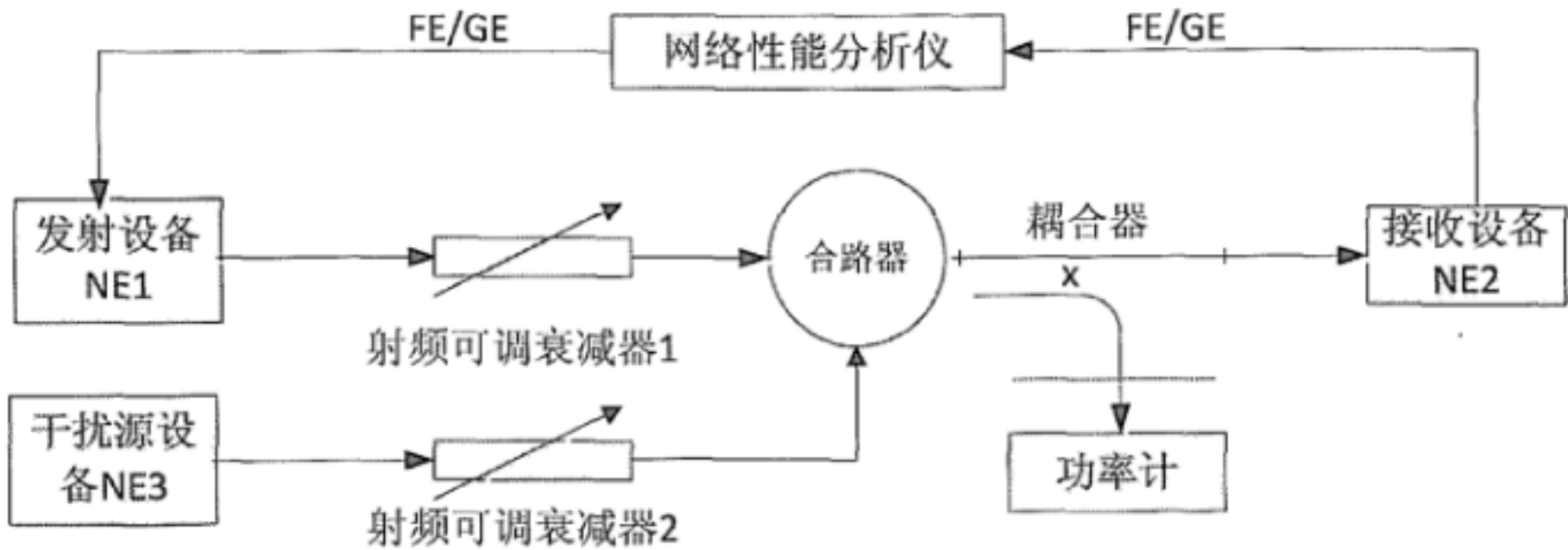


图 11 同波道和邻波道干扰灵敏度测试组网示意

- b) 配置配置发射设备 NE1 与接收设备 NE2 正常工作；
- c) 启动网络性能分析仪监测业务，设置发送帧长为 64byte；
- d) 调节射频可调衰减器 1 使系统丢包率小于等于 5×10^{-4} 级别或系统误码率小于等于 1×10^{-6} 稳定至少 10min；
- e) 减小射频可调衰减器 1 的衰减值，使系统接收机输入的有用信号电平分别提高 1dB 和 3dB，记录对应的接收机输入的有用信号电平 LC；
- f) 关闭有用信号发射机，打开干扰源，设置 RF 信号频率和调制方式与有用信号相同；
- g) 调节射频可调衰减器 2，使该干扰信号在接收机输入端口的电平为 LI，并使载波干扰比 $C/I=LC-LI$ 符合表 14~表 16 中同信道干扰对应的要求；
- h) 同时打开有用信号和干扰信号，观察至少 10min，系统丢包率应小于等于 5×10^{-4} ；
- i) 干扰信号的 RF 频率调到有用信号的邻信道上，调制方式与有用信号相同；
- j) 重复步骤 d)~g)，使 C/I 值符合表 17、表 18 和表 19 中第一邻信道干扰对应的要求，观察至少 10min 的时间，系统丢包率应小于等于 5×10^{-4} 。

5.4.2.4 交叉极化干扰抵消 XPIC（可选）

5.4.2.4.1 技术要求

设备具有交叉极化干扰抵消（XPIC）功能时，当系统 BER= 10^{-6} 时，交叉极化干扰改善系数（XPIF）应满足表 20 中的技术要求。

表 20 交叉极化干扰改善系数

调制模式	XPIF(dB)
QPSK	待定
16QAM	待定
32QAM	≥15
64QAM	≥16
128QAM	≥19
256QAM	≥22
512QAM	待定
1024QAM	待定
2048QAM	待定

5.4.2.4.2 测试方法

测试项：交叉极化干扰抵消测试。

测试说明：与接收灵敏度测试项说明相同。

测试步骤：a) 按图 12 组网，确保各设备、仪表良好接地，并上电预热 15min；

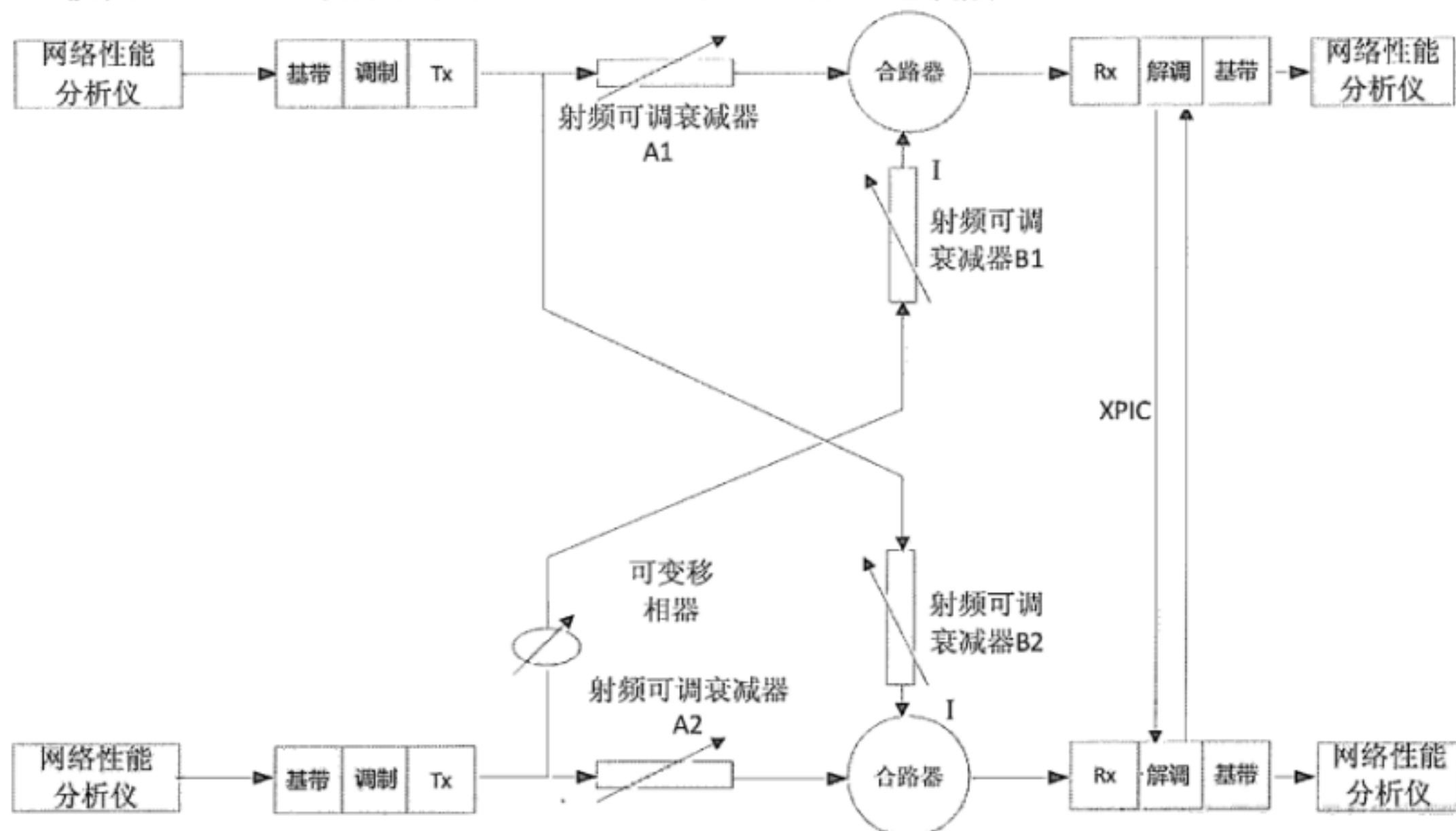


图 12 交叉极化干扰抵消 XPIC 测试组网示意

- b) 配置配置发射设备与接收设备正常工作；
- c) 启动网络性能分析仪监测业务，设置发送帧长为 64byte；
- d) 断开干扰 I 和 XPIC，调节可调衰减器 A1(或 A2)使系统丢包率为 0，此时 A1(或 A2)的值为 A10(或 A20)；
- e) 接通干扰 I，调节可调衰减器 B1(或 B2)，使系统丢包率稳定在 5×10^{-4} 级别至少 10min；
- f) 调节可变移相器(也可用不同长度电缆模拟)，使系统 BER 恶化，再调节 B1(或 B2)使系统丢包率稳定在 5×10^{-4} 级别至少 10min；
- g) 接通 XPIC 功能，再调节可变衰减器 A1 (或 A2) 使系统丢包率稳定在 5×10^{-4} 级别至少 10min，此时 A1(或 A2)的读值为 A11(或 A21)；
- h) 交叉极化干扰改善系数= $A10 - A11$ (或 $A20 - A21$)，应满足 5.4.2.4.1 节的技术要求；
- i) 应在水平极化和垂直极化通道分别测试。

5.4.3 天馈线接口

天馈线接口技术要求及测试方法见 YD/T 2529-2013 第 5.7.3 节。

5.5 业务接口

5.5.1 TDM 业务接口

5.5.1.1 技术要求

TDM 业务接口支持 E1 接口，可支持 STM-1 接口。全室外分组微波不要求。

E1、STM-1 电接口符合 YD/T 2529-2013 第 5.8.1 节。

STM-1 光接口符合 YD/T 2529-2013 第 5.9 节中的技术要求。

5.5.1.2 测试方法

E1、STM-1电接口按YD/T 2529-2013第5.8.2节进行测试。

STM-1光接口按YD/T 2529-2013第5.9节中的测试方法进行测试。

5.5.2 以太业务接口

5.5.2.1 技术要求

设备应支持10/100BASE-T/FX、GE和10GE中的一种或多种以太网接口。

以上接口均应符合YD/T 1099-2005第5.2节中的技术要求。

5.5.2.2 测试方法

根据上述技术要求中的接口类型，按YD/T 1141-2007第5.1节与之相对应的速率项进行测试。

5.5.3 公务

5.5.3.1 技术要求

公务电话通话保持通畅。全室外分组微波不作要求。

5.5.3.2 测试方法

在一跳设备正常工作时，在近端和远端分别接上电话机，通话应正常。

5.6 业务承载

5.6.1 总体技术要求

应支持以太网业务承载，可支持TDM业务承载。

5.6.2 业务能力

5.6.2.1 TDM 业务能力

5.6.2.1.1 技术要求

至少支持以下一种E1/STM-1业务承载方式，要求TDM业务应无比特差错：

a) 原生TDM传输方式，分组数字微波设备支持内置ADM功能，将E1业务或者STM-1业务进行交叉连接处理，发送到微波口；

b) 基于电路仿真技术仿真E1业务或者STM-1业务。

5.6.2.1.2 测试方法

测试项 1： TDM 业务交叉功能测试——原生方式。

测试说明： 验证通过业务交叉原生方式的 TDM 业务。

测试步骤： a) 按图 13 连接设备和仪表；

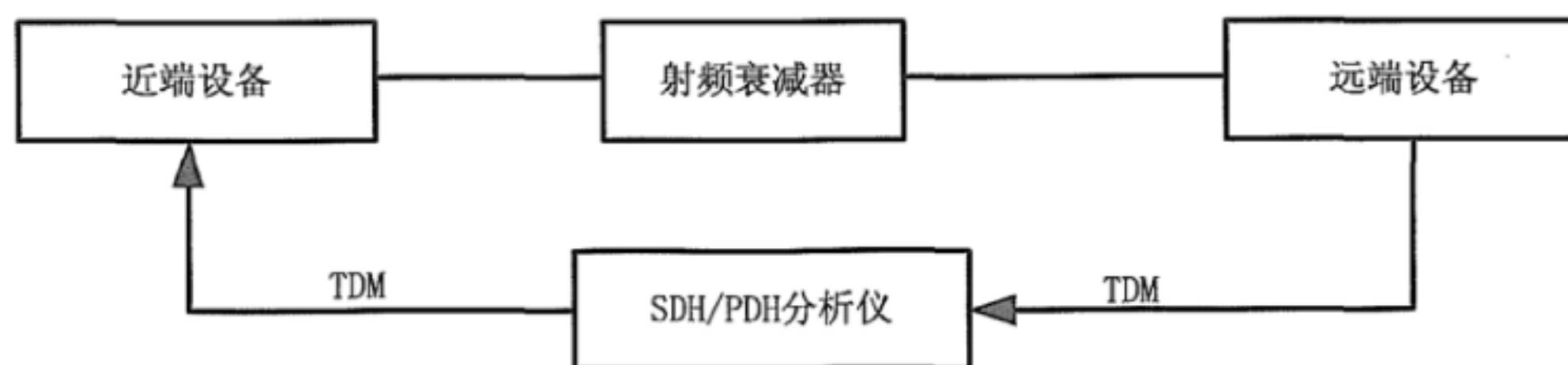


图 13 TDM 业务功能测试

b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行配置；

c) 配置近端和远端设备 TDM 交叉业务；

d) 观察 SDH/PDH 分析仪，TDM 业务应无比特差错

测试项 2: TDM 业务电路仿真测试。

测试说明: 验证通过电路仿真方式的 TDM 业务。

测试步骤: a) 按图 13 连接设备和仪表;

b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行配置;

c) 配置近端和远端设备微波端口参数, 配置基于电路仿真方式承载 TDM 业务;

d) 观察 SDH/PDH 分析仪, TDM 业务应无比特差错。

5.6.2.2 以太业务能力

5.6.2.2.1 专线以太网业务

5.6.2.2.1.1 技术要求

专线以太网业务应符合ITU-T G.8011定义的业务类型: 以太网专线EPL和以太网虚拟专线EVPL:

a) EPL支持对两个业务接入点间的所有以太网业务进行透明传送, 符合ITU-T G.8011.1-2013第6节描述;

b) EVPL支持将两个业务接入点间的以太网业务进行VLAN隔离, 符合ITU-T G.8011.2-2013第6节描述。

至少支持以下业务承载方式中的一种:

a) 基于原生以太网技术传输方式, 即直接基于以太网报文进行传输;

b) 基于端到端伪线仿真(PWE3)技术仿真以太网业务, 见YD/T 2374-2011第5.2.3节。

具体技术要求:

a) 原生方式以太网专线EPL业务测试要求数据可以正确接收;

b) 伪线仿真方式以太网专线EPL业务测试要求数据可以正确接收;

c) 以太网虚拟专线EVPL业务测试(包括原生方式和伪线仿真方式)要求数据可以正确接收, 不同VLAN的以太网业务隔离。

5.6.2.2.1.2 测试方法

测试项 1: 以太网专线 EPL 业务测试——原生方式。

测试说明: 验证原生方式的 EPL 专线业务。

测试步骤: a) 按图 14 连接设备和仪表;

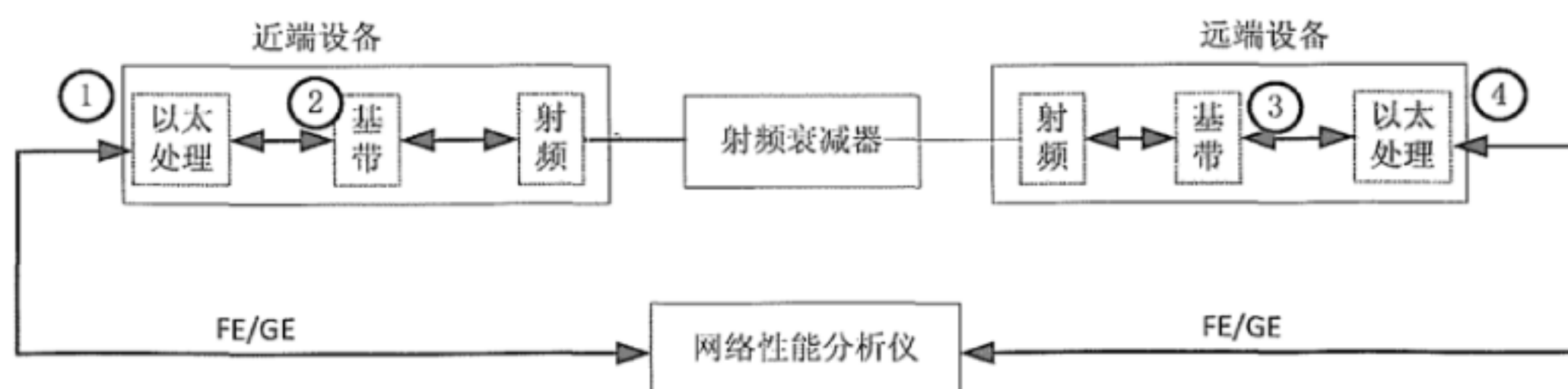


图 14 以太网专线业务测试组网

b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行配置;

c) 如表 21 所示配置以太网专线业务;

表 21 以太网专线业务测试配置

设备	业务	方向
近端设备	端口 1……端口 2	双向
远端设备	端口 3……端口 4	双向

- d) 配置网络性能分析仪，按照指定帧长（64、128、256、512、1024、1280、1518 字节）双向发送以太网报文；
- e) 通过网络性能分析仪观察设备，端口 4 应能接收到端口 1 发送的所有报文，端口 1 也应能接收到端口 4 发送的所有报文。

测试项 2： 以太网专线 EPL 业务测试——仿真方式。

测试说明： 验证仿真方式的 EPL 专线业务。

- 测试步骤： a) 按图 14 连接设备和仪表；
- b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行配置；
- c) 如表 21 所示配置基于端到端伪线仿真方式承载的以太网专线业务；
- d) 配置网络性能分析仪，按照指定帧长（64、128、256、512、1024、1280、1518 字节）双向发送以太网报文；
- e) 通过网络性能分析仪观察设备，端口 4 应能接收到端口 1 发送的所有报文，端口 1 也应能接收到端口 4 发送的所有报文。

测试项 3： 以太网虚拟专线 EVPL 业务测试——原生方式。

测试说明： 验证原生方式的 EVPL 专线业务，不同 VLAN 共享端口。

测试步骤： a) 按图 15 连接设备和仪表；

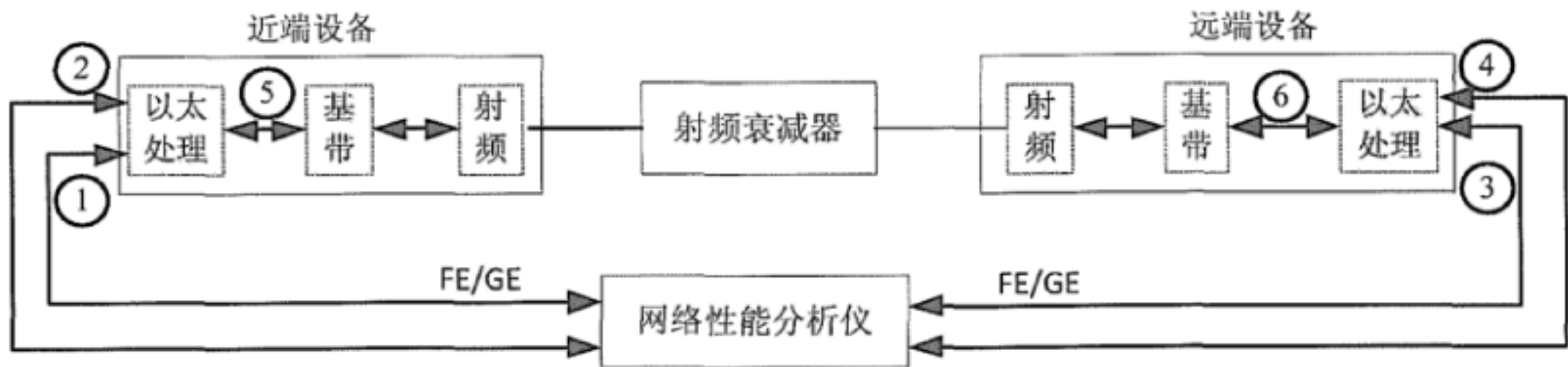


图 15 以太网虚拟专线业务测试组网

- b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行配置；
- c) 如表 22 所示配置以太网虚拟专线业务；

表 22 以太网虚拟专线业务测试配置

设备	业务 VLAN	业务	方向
近端设备	100	端口 1……端口 5	双向
近端设备	200	端口 2……端口 5	双向
远端设备	100	端口 3……端口 6	双向
远端设备	200	端口 4……端口 6	双向

- d) 配置网络性能分析仪，同时发送 VLAN 100 和 200 的双向业务；

e) 通过网络性能分析仪观察设备, 所有报文应可以正确接收, VLAN 被正确隔离 (端口 1 和端口 3 不收到 VLAN 为 200 的报文, 端口 2 和端口 4 不收到 VLAN 为 100 的报文)。

测试项 4: 以太网虚拟专线 EVPL 业务测试——原生方式(QinQ)。

测试说明: 验证 QinQ 的 EVPL 专线业务, 相同 VLAN 共享端口。

测试步骤: a) 按图 15 连接设备和仪表;
b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行配置;
c) 如表 23 所示配置 QinQ 以太网虚拟专线业务;

表 23 QinQ 以太网虚拟专线业务测试配置

设备	业务 VLAN	隧道 VLAN	业务	方向
近端设备	100	300	端口 1……端口 5	双向
近端设备	100	400	端口 2……端口 5	双向
远端设备	100	300	端口 3……端口 6	双向
远端设备	100	400	端口 4……端口 6	双向

d) 配置网络性能分析仪, 发送 VLAN 100 的双向业务;
e) 通过网络性能分析仪观察, 所有报文应能正确接收, VLAN 被正确隔离 (端口 1 和端口 3 不应收到隧道 VLAN 为 400 的报文, 端口 2 和端口 4 不应收到隧道 VLAN 为 300 的报文)。

测试项 5: 以太网虚拟专线 EVPL 业务测试——仿真方式。

测试说明: 验证仿真方式的专线业务, 不同 VLAN 共享端口。

测试步骤: a) 按图 15 连接设备和仪表;
b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行参数配置;
c) 如表 24 所示配置基于端到端伪线仿真方式承载的以太网业务;

表 24 仿真以太网虚拟专线业务测试配置

设备	业务 VLAN	业务	方向
近端设备	100	端口 1……端口 5	双向
近端设备	200	端口 2……端口 5	双向
远端设备	100	端口 3……端口 6	双向
远端设备	200	端口 4……端口 6	双向

d) 配置网络性能分析仪, 同时发送 VLAN 100 和 200 的双向业务;
e) 通过网络性能分析仪观察设备; 所有报文应可以正确接收, VLAN 被正确隔离 (端口 1 和端口 3 不收到 VLAN 为 200 的报文, 端口 2 和端口 4 不收到 VLAN 为 100 的报文)。

5.6.2.2.2 专网以太网业务

5.6.2.2.2.1 技术要求

设备应支持ITU-T G.8011定义的业务类型: 以太网专网业务EPLAN和以太网虚拟专网业务EVPLAN。
a) EPLAN只根据MAC地址进行转发和隔离, 符合ITU-T G.8011.5-2013第6章;
b) EVPLAN可以通过VLAN进行业务转发和隔离, 符合ITU-T G.8011.3-2013第6章。
EPLAN和EVPLAN要求多点到多点业务正确收发。

5.6.2.2.2 测试方法

- 测试项 1: 以太网专网业务 EPLAN 业务测试。
- 测试说明: 根据 MAC 地址表进行报文转发。
- 测试步骤: a) 按图 16 连接设备和仪表;

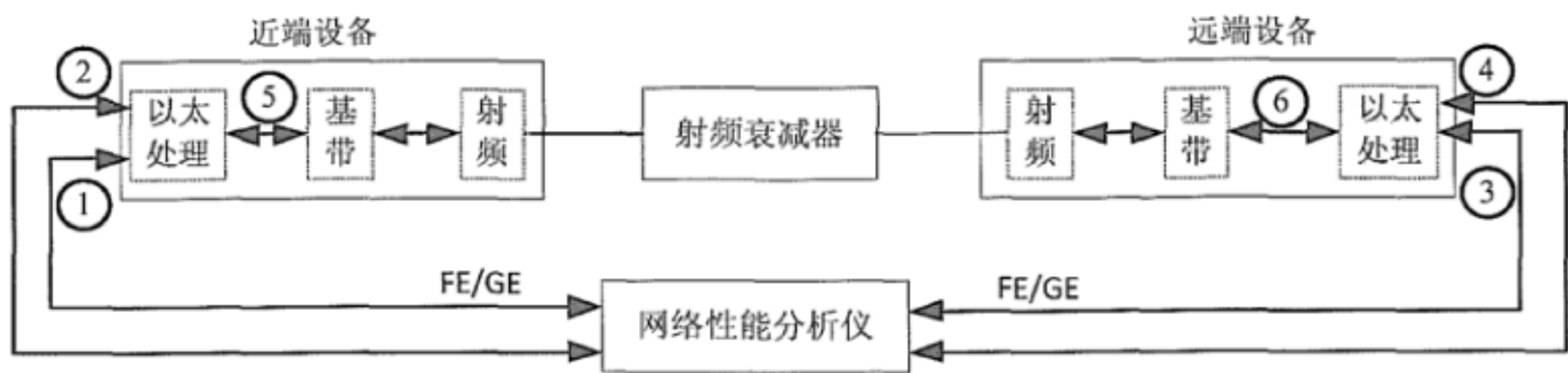


图 16 以太网专网业务测试组网

- b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行参数配置;
- c) 如表 25 所示配置近端和远端网元 MAC 地址转发组:

表 25 以太网专网业务测试配置

设备	成员
近端设备	端口 1, 端口 2, 端口 5
远端设备	端口 3, 端口 4, 端口 6

- d) 从端口 1 发送源地址为 A 的报文, 观察远端设备, 端口 3、4 应能收到源地址为 A 的报文;
- e) 从端口 2 发送源地址为 B 的报文, 观察远端设备, 端口 3、4 应能收到源地址为 B 的报文;
- f) 停止从端口 1 和端口 2 发送报文。使用端口 3 发送目的地址为 A 的报文, 观察近端设备, 端口 1 应收到目的地址 A 的流, 端口 2 不会收到任何报文;
- g) 从端口 3 发送目的地址为 B 的报文, 观察近端设备端口 2 应收到目的地址为 B 的报文, 端口 1 不会收到任何报文。

- 测试项 2: 以太网虚拟专网业务 EVPLAN 业务测试。
- 测试说明: 根据 MAC 地址和 VLAN 进行报文转发, 通过 VLAN 进行业务隔离。
- 测试步骤: a) 按图 16 连接设备和仪表;

- b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行配置;
- c) 如表 26 所示配置近端和远端设备 MAC 地址转发组;

表 26 以太网虚拟专网业务测试配置

设备	转发组	成员
近端设备	VLAN 100	端口 1, 端口 2, 端口 5
近端设备	VLAN 200	端口 1, 端口 5
远端设备	VLAN 100	端口 3, 端口 4, 端口 6
远端设备	VLAN 200	端口 3, 端口 6

- d) 从端口 1 发送源地址为 A、VLAN 200 的报文, 观察远端设备端口 3 应会收到源地址

- 为 A 的报文；
- e) 从端口 1 发送源地址为 A、VLAN 100 的报文，观察远端设备端口 3, 4 都应收到源地址为 A 的报文；
- f) 停止从端口 1 发送报文。使用端口 3 发送目的地址为 A、VLAN 200 的报文，观察近端设备，端口 1 应收到目的地址为 A 的报文，端口 2 不会收到任何报文；
- g) 从端口 3 发送目的地址为 A、VLAN 100 的报文，观察近端设备，端口 1 应收到目的地址为 A 的报文，端口 2 不会收到任何报文；
- h) 从端口 3 发送目的地址为 B、VLAN 100 的报文，观察近端设备，端口 1 和端口 2 都应收到目的地址为 B 的报文。

5.6.2.3 以太业务和 TDM 业务混传

5.6.2.3.1 技术要求

分组微波设备支持以太业务和 TDM 业务同时在微波空口传输。默认情况下，TDM 业务优先级应该高于以太业务。更改射频接口容量中以太业务和 TDM 业务数量时，都不应影响未更改的 TDM 业务和未更改的以太业务，符合表 27 的要求。

表 27 以太业务与 TDM 业务混传要求

	射频接口容量 (Mbit/s)	最大E1个数 (个)	最大以太容量 (Mbit/s)	配置E1个数 (个)	配置以太 容量 (Mbit/s)	不受影响业务
初始值	M	N	$M-N\times 2.048$	N	$M-N\times 2.048$	N/A
扩容E1	M	$N+I$	$M-(N+I)\times 2.048$	$N+I$	$M-N\times 2.048$	E1个数: $N+I$, 以太容量: $M-(N+I)\times 2.048$
减容E1	M	$N-I$	$M-(N-I)\times 2.048$	$N-I$	$M-N\times 2.048$	E1个数: $N-I$, 以太容量: $M-N\times 2.048$

5.6.2.3.2 测试方法

以太业务和TDM业务混传满足以下一项测试即可。

- 测试项 1: 以太业务和 TDM 业务混传测试——原生方式。
- 测试说明: 验证原生方式，将 TDM 业务和以太网业务同时进行混合传递（混合分组微波）。
- 测试步骤: a) 按图 17 连接设备和仪表；

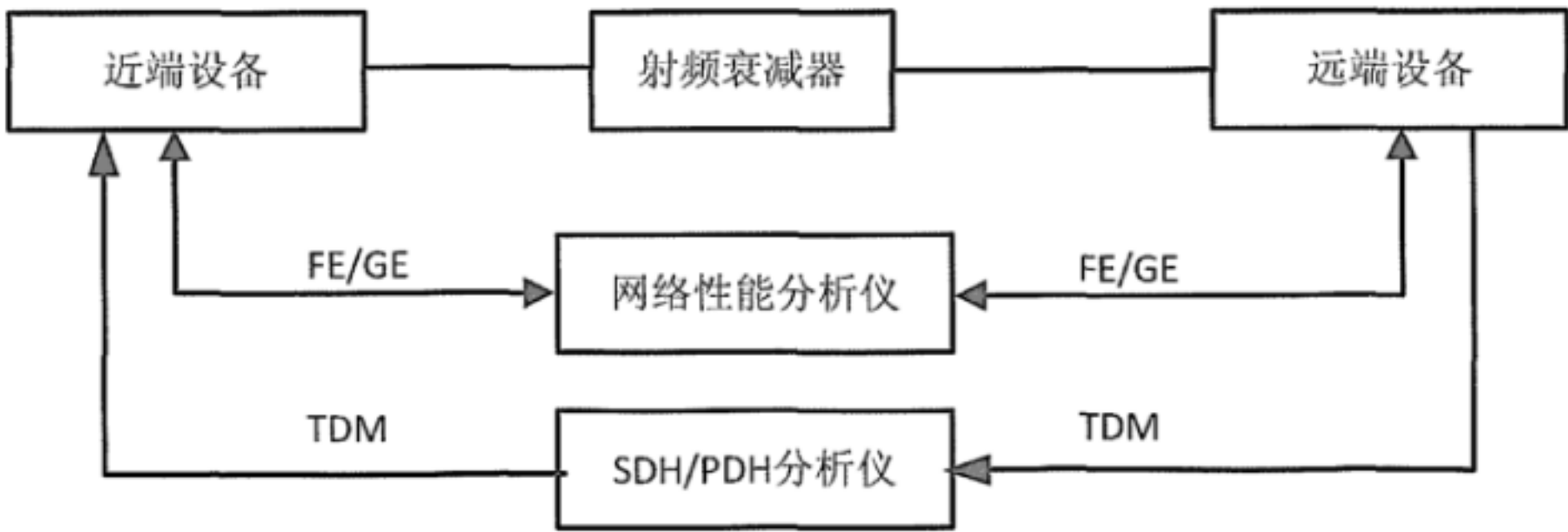


图 17 以太业务和 TDM 业务混传测试

- b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行配置；
- c) 配置网络性能分析仪和 SDH/ PDH 分析仪，使微波带宽为 TDM 和以太业务带宽之和；
- d) 观察网络性能分析仪，以太业务应无丢包；

- e) 观察 SDH/ PDH 分析仪，TDM 业务应无误码；
- f) 修改（增加或者减少）近端设备任意部分 TDM 业务都不应影响未更改的 TDM 业务和未更改的以太网业务，观察 TDM 业务和以太业务情况，不受影响的业务应符合表 27。

测试项 2： 以太业务和 TDM 业务混传测试——仿真方式。

测试说明： 验证仿真方式，将 TDM 业务和以太网业务同时进行混合传递（纯分组微波）。

- 测试步骤：
- a) 按图 17 连接设备和仪表；
 - b) 根据厂商声明的最高调制模式、典型带宽、发射频率、典型发射功率等进行配置；
 - c) 配置网络性能分析仪和 SDH/ PDH 分析仪使微波带宽满足 TDM 和以太业务带宽之和；
 - d) 观察网络性能分析仪，以太业务应无丢包；
 - e) 观察 SDH/ PDH 分析仪，TDM 业务应无误码；
 - f) 修改（增加或者减少）近端设备任意部分 TDM 业务都不应影响未更改的 TDM 业务和未更改的以太网业务，观察 TDM 业务和以太业务情况，不受影响的业务应符合表 27。

5.6.3 业务性能

5.6.3.1 以太网业务性能

5.6.3.1.1 技术要求

- a) 分组微波设备的最小吞吐量符合表28的要求，表28中的调制等级参考表1；
- b) 分组微波设备在最小带宽、最低调制模式下的设备延迟应小于3.3ms；
- c) 在流量小于设备宣称的吞吐量的情况下，不应产生丢包。

表 28 点到点以太网业务吞吐量技术要求

调制等级	信道带宽				
	7 MHz (Mbit/s)	14 MHz (Mbit/s)	28 MHz (Mbit/s)	40 MHz (Mbit/s)	56 MHz (Mbit/s)
调制等级2	8	16	33	50	74
调制等级4L	16	35	74	101	148
调制等级4H	24	50	106	150	193
调制等级5LA/5LB	30	59	126	185	249
调制等级5HA/5HB	33	70	149	219	292
调制等级6LA/6LB	39	81	177	252	335
调制等级6HA/6HB	45	94	193	263	388
调制等级7A/7B	-	104	221	302	443
调制等级8A/8B	-	112	238	326	478
注： ‘-’ 表示未定义					

5.6.3.1.2 测试方法

测试项 1： 专线以太网业务吞吐量测试。

测试说明： 专线以太网业务吞吐量指标测试。

- 测试步骤：
- a) 按图 14 连接设备和仪表；
 - b) 配置微波相关参数（厂家宣称的调制模式、带宽、发射频率、发射功率等），根据厂家宣称的带宽和调制模式进行测试；

- c) 配置网络性能分析仪;
- d) 按不同帧长度(选择最小包长、最大包长、典型包长等几种情况,如 64、1518 和 256 字节)进行吞吐量测试,测试时间至少 30s,吞吐量应大于等于表 20 中对应的要求;
- e) (可选)按 9600 字节帧长度进行吞吐量测试,测试时间至少 30s,记录结果。

测试项 2: 专线以太网业务丢包测试。

测试说明: 测试在流量未超过支持的吞吐量的情况下是否会产生丢包。

- 测试步骤:
- a) 按图 14 连接设备和仪表;
 - b) 配置微波相关参数(厂家宣称的典型调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
 - c) 配置网络性能分析仪,发送包长(选择最小包长、最大包长、典型包长等几种情况,如 64 1518 256byte),发送速率=测试项 1 所测对应包长下吞吐量的 90%;
 - d) 测试时间至少 30s,观察分析仪,不应有丢包发生

测试项 3: 专线以太网业务延时测试。

测试说明: 测试在流量未超过支持的吞吐量的情况下的延时。

- 测试步骤:
- a) 按图 14 连接设备和仪表;
 - b) 配置微波相关参数(厂家宣称的最小调制模式、最小信道带宽);
 - c) 配置网络性能分析仪,发送速率=测试项 1 所测对应包长下吞吐量的 90%;
 - d) 查看网络性能分析仪时延测试结果,测试时间至少 30 秒,延时应低于 3.3ms。

5.6.3.2 TDM 业务性能

5.6.3.2.1 技术要求

分组微波网络承载的TDM业务误码性能要求常温24h无误码。

一跳端到端时延,对于TDM业务,要求时延不超过3.3ms。

5.6.3.2.2 测试方法

测试项 1: TDM 业务长期误码测试——原生方式。

测试说明: 原生 TDM 业务 24h 长期误码测试。

测试步骤: a) 按图 18 连接设备和仪表;

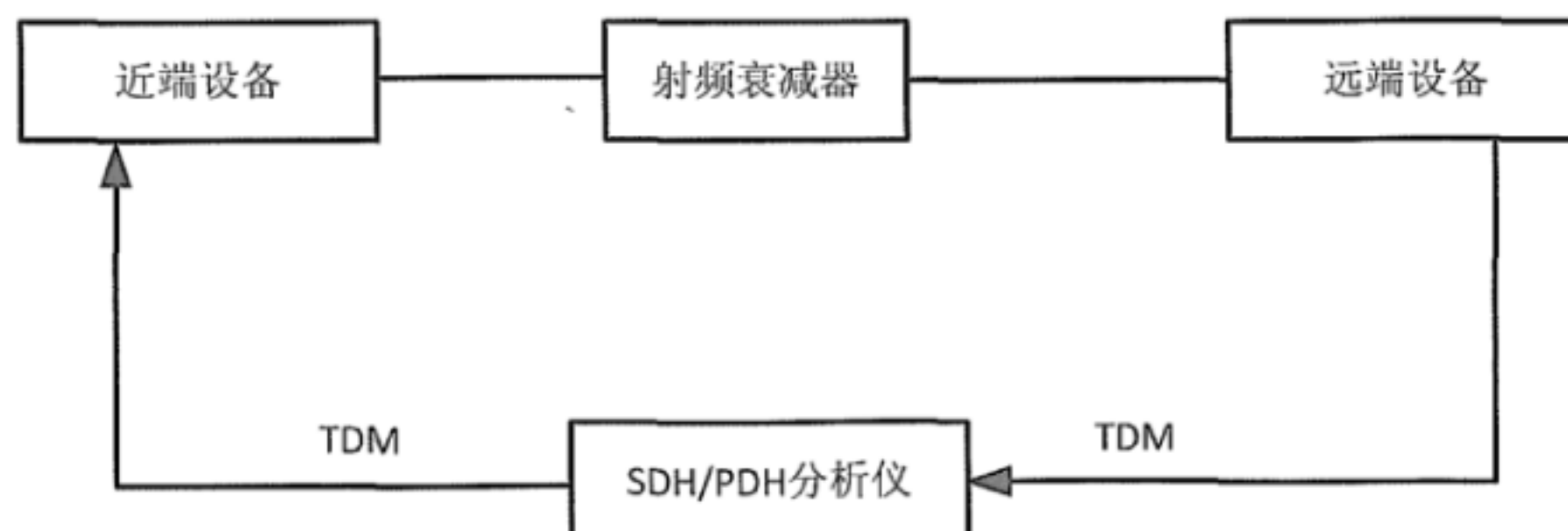


图 18 TDM 业务长期误码测试

- b) 配置相关参数(厂家宣称的典型调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
- c) 配置近端和远端设备 TDM 业务;

- d) 配置 SDH/PDH 分析仪;
- e) 启动常温 24h 误码检测, 24hTDM 业务应无误码。

测试项 2: TDM 业务长期误码测试——仿真方式。

测试说明: 仿真 TDM 业务 24h 长期误码测试。

- 测试步骤:
- a) 按图 18 连接设备和仪表;
 - b) 配置相关参数 (厂家宣称的典型调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
 - c) 配置电路仿真方式承载的 TDM 业务;
 - d) 配置 SDH/PDH 分析仪;
 - e) 启动常温 24h。误码检测, 24h TDM 业务应无误码。

测试项 3: TDM 业务时延测试——原生方式。

测试说明: 原生 TDM 业务时延指标测试。

- 测试步骤:
- a) 按图 18 连接设备和仪表;
 - b) 配置相关参数 (厂家宣称的最低调制模式和最小信道带宽);
 - c) 配置近端和远端设备 TDM 业务;
 - d) 配置 SDH/PDH 分析仪;
 - e) 启动 TDM 业务时延检测, 时延指标应小于 3.3ms。

测试项 4: TDM 业务时延测试——仿真方式。

测试说明: 仿真 TDM 业务时延指标测试。

- 测试步骤:
- a) 按图 18 连接设备和仪表;
 - b) 配置相关参数 (厂家宣称的最低调制模式和最小信道带宽);
 - c) 配置基于电路仿真方式承载 TDM 业务;
 - d) 配置 SDH/PDH 分析仪;
 - e) 启动 TDM 业务时延检测, 时延指标小于 3.3ms。

5.7 QoS 功能

针对网络中各种业务应用的不同需求, 为其提供不同的服务质量保证, 如丢包率、延迟、抖动和带宽等, 以实现同时承载数据、语音和视频业务的综合网络。

应支持的QoS功能包括: 流分类和流标记、流量监管 (Policing)、拥塞管理、队列调度、流量整形 (Shaping)、ACL功能等。其中, UNI接口的QoS功能包括流分类和流标记、流量监管、队列调度、流量整形、ACL功能等, NNI接口的QoS功能包括拥塞管理、队列调度等。

QoS处理过程示例如图19所示。

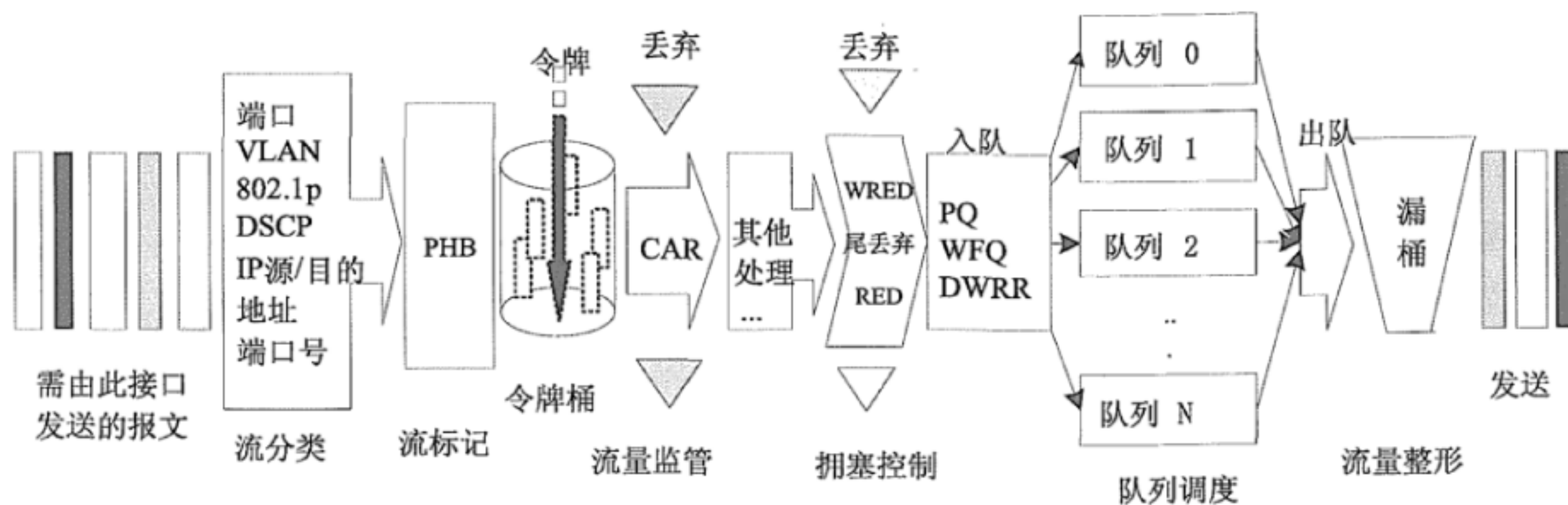


图 19 QoS 功能的模块示例

5.7.1 流分类和流标记

5.7.1.1 技术要求

流分类功能是按照一定规则，对业务流进行分类。

流标记是对流分类后的报文设置网络内的服务等级和优先级标记，以实现不同业务的QoS区分。

分组数字微波可支持以下流分类策略：

- a) E1 CES业务支持基于端口的流分类。
- b) 以太网/IP业务应支持至少一项以下流分类策略：
 - 1) 基于端口的流分类；
 - 2) 基于VLAN ID的流分类；
 - 3) 基于VLAN优先级的流分类；
 - 4) 基于IP DSCP的流分类；
 - 5) 基于源、宿MAC地址的流分类；
 - 6) 可支持以上流分类策略的组合应用。

c) 分组数字微波设备可支持基于流分类的ACL（访问控制列表）能力，能够基于流分类设置业务流的允许和禁止。

分组数字微波应支持至少一项对流分类后的报文进行服务等级映射和优先级标记的功能：

- a) 支持对流分类之后的报文指定PHB的能力或从客户业务优先级（如VLAN优先级、IP DSCP）映射PHB服务等级的能力；
- b) 支持E1业务优先级与PHB服务等级间的映射；
- c) 支持客户业务优先级与隧道优先级独立，在网络出口处恢复业务优先级；
- d) 支持客户业务优先级重映射，即在网络出口处重新映射客户业务优先级；
- e) 对于基于MPLS-TP的分组数字微波网络，应支持E-LSP方式，在网络中使用EXP字段进行优先级标记；LSP层的EXP应和PW层的EXP对应，也可以根据运营商的需求重新分类。可选支持L-LSP方式，采用LSP标签标识业务优先级，采用EXP字段标识丢弃优先级。

5.7.1.2 测试方法

测试项 1： 流分类功能测试。

测试说明： 验证以太网业务流分类功能。

- 测试步骤：
- a) 按图 16 连接设备和仪表。
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）。
 - c) 配置以下其中一种流分类策略：
 - 1) 基于端口的流分类；
 - 2) 基于 VLAN ID 的流分类；
 - 3) 基于 VLAN 优先级的流分类；
 - 4) 基于 IP DSCP 的流分类；
 - 5) 基于源、宿 MAC 地址的流分类。
 - d) 针对每个具体流类别配置优先级映射方式。
 - e) 配置基于严格优先级的队列调度策略。
 - f) 配置网络性能分析仪，发送高优先级和低优先级业务（发送业务总带宽超过微波 RIC 带宽），观察以太业务丢包率；设备应能够基于配置的分类策略进行流分类，各优先级流丢包率符合配置。

测试项 2： 基于流分类的访问控制列表(ACL)能力测试。

测试说明： 验证以太网业务访问控制列表功能。

- 测试步骤：
- a) 按图 16 连接设备和仪表。
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）。
 - c) 配置以下其中一种流分类策略：
 - 1) 基于端口的流分类；
 - 2) 基于 VLAN ID 的流分类；
 - 3) 基于 VLAN 优先级的流分类；
 - 4) 基于 IP DSCP 的流分类；
 - 5) 基于源、宿 MAC 地址的流分类。
 - d) 配置访问控制策略 A 和策略 B，其中策略 A 为“通过”，策略 B 为“拒绝”。
 - e) 配置网络性能分析仪，发送符合访问控制策略 A 和 B 的业务流（发送业务总带宽不超过微波 RIC 带宽）。
 - f) 观察网络性能分析仪，符合访问控制策略 A 的以太业务流应通过，业务应无丢包，符合访问控制策略 B 的以太业务流应被拒绝，接收端应无任何该业务报文。

5.7.2 流量监管（Policing）（可选）

5.7.2.1 技术要求

流量监管是流分类后采取的动作，对业务流进行速率限制，以实现每个业务流的带宽控制。

可采用基于 IETF RFC 2698 或 IETF RFC 4115 的双令牌桶机制实现三色双速率处理(trTCM)。流量监管应支持报文着色功能和有色报文的过滤功能（丢弃或通过）。应能根据令牌桶的实时状况对进入的报文进行红黄绿着色处理，应能支持色盲和色感知两种模式。

分组数字微波设备应能对每条流进行单独的流量监管，即每条流都有各自可配的令牌桶参数，包括：承诺信息速率（CIR）、承诺突发长度（CBS）、峰值信息速率（PIR）/额外信息速率（EIR）、峰值突发长度（PBS）/额外突发长度（EBS）、着色模式、监管模式、有色报文过滤方式。

在色盲模式下，PIR速率以上部分的报文被染为红包，CIR速率以内的报文被染为绿色，二者之间的报文被染为黄色；

在色感知模式下，预着色为绿色的报文与色盲模式处理一致，预着色为黄色的报文只能染为黄色或红色，预着色为红色的报文永远染为红色。

报文着色以后，三色报文应能支持过滤处理，即可分颜色对报文进行丢弃或通过处理，有色报文的过滤方式的缺省为：绿色报文优先通过、黄色报文通过、红色报文丢弃，以此达到输入流量限速的目的。

5.7.2.2 测试方法

- 测试项：报文着色功能测试（设备支持对以太业务流进行“红黄绿”三色着色）。
- 测试说明：验证以太网业务报文着色功能。
- 测试步骤：

a) 按图 16 连接设备和仪表；

b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；

c) 如表 29 所示，配置近端网元着色方案；

表 29 着色参数

参数
承诺信息速率 CIR
峰值信息速率 PIR
承诺突发长度 CBS
峰值突发长度 PBS
黄色报文处理

d) 按照下表 30 进行配置，配置网络性能分析仪，按照下表发送业务流，观察网络性能分析仪，报文处理应符合下表中的报文处理预期结果。

表 30 着色方案配置

CIR (Mbit/s)	PIR (Mbit/s)	黄色报文处理	仪表发送流量	报文处理预期结果
20	0	通过	20Mbit/s	20Mbit/s 业务全部通过
20	30	通过	25Mbit/s	25Mbit/s 业务全部通过
20	30	通过	35Mbit/s	30Mbit/s 业务全部通过，超出部分丢弃
20	30	丢弃	25Mbit/s	20Mbit/s 业务通过，其余丢弃
20	30	丢弃	35Mbit/s	20Mbit/s 业务通过，其余丢弃

5.7.3 队列调度

5.7.3.1 技术要求

当报文到达网络设备接口的速度大于接口的发送能力时，将产生拥塞，需要通过采用队列调度机制来解决拥塞。

分组数字微波设备应实现不同PHB服务等级（此处即队列优先级）的灵活调度，应支持严格优先级队列SP调度模式，可支持加权队列调度模式。

5.7.3.2 测试方法

测试项： 队列调度机制测试。

测试说明： 验证以太网业务队列调度机制。

测试步骤： a) 按图 16 连接设备和仪表；
b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
c) 配置调度策略；
d) 配置网络性能分析仪，发送高优先级和低优先级业务（高优先级业务低于微波链路带宽，发送业务总带宽超过微波 RIC 带宽）；
e) 观察网络性能分析仪；
f) SP 调度模式：高优先级报文应能全部通过，低优先级业务应部分通过；
g) 加权队列模式（可选）：各优先级业务流通过带宽应符合加权配置值。

5.7.4 拥塞管理

5.7.4.1 技术要求

为了灵活的通过队列调度机制解决拥塞，可支持严格优先级队列与加权队列混合的拥塞管理模式。即在设备的 N 个队列中，可配置 M ($M < N$) 个队列为严格优先级队列， $N - M$ 个队列为加权队列。

5.7.4.2 测试方法

测试项： 拥塞管理机制测试。

测试说明： 验证以太网业务拥塞管理机制。

测试步骤： a) 按图 16 连接设备和仪表。
b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）。
c) 设定拥塞管理模式为严格优先级队列与加权队列混合，其中 M ($M < N$) 个队列为严格优先级队列， $N - M$ 个队列为加权队列。
d) 配置网络性能分析仪，发送高优先级和低优先级业务（发送业务总带宽超过微波 RIC 带宽），观察接收到的以太业务：
1) 对于严格优先级队列：优先满足高优先级报文通过；
2) 对于加权队列：各优先级业务流通过带宽符合加权配置值；
3) 严格优先级队列与加权队列之间：按照队列之间的优先级处理。

5.7.5 流量整形 (Shaping)

5.7.5.1 技术要求

经过队列调度后的报文通过漏桶机制完成流量整形功能，对各个优先级的流量进行限制，并对超出流量约定的分组进行缓冲，并在合适的时候将缓冲的分组发送出去，从而起到流量整形的目的，使报文流能以均匀的速率发送。对每个业务流进行流量整形，有助于降低下游网元由于突发流量导致的业务丢包率。

5.7.5.2 测试方法

测试项： 对于出口方向业务流量整形测试。

测试说明： 验证以太网业务出口方向流量整形功能。

测试步骤： a) 按图 16 连接设备和仪表；

- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
- c) 配置端口流量整形值；
- d) 配置网络性能分析仪，发送非均匀速率的以太业务，其中峰值速率超过端口流量整形值，但平均速率不超过端口流量整形值，观察以太业务通过带宽；
- e) 计算整形精度，整形后流量应符合整形配置值，整形精度应小于（±10%）。
（公式：整形精度=（整形后流量-整形配置值）/整形配置值）×100%。

5.8 自适应调制

5.8.1 技术要求

自适应调制（AM，Adaptive Modulation）是一种根据信道质量自动调整调制模式的技术。

分组微波设备可在 7/14/28/40/56MHz 或更大的信道带宽上自适应地切换 QPSK/16QAM/32QAM/64QAM/128QAM/256QAM/512QAM/1024QAM/2048QAM 或更高阶的调制模式。在切换调制模式时，逐级切换，发送频率、接收频率和波道间隔都不会改变，发信功率会随调制模式变化。当向低调制模式作 AM 切换时，在丢弃低优先级业务的同时，高优先级业务不产生误码或丢包。同时，应满足在 100dB/s 的衰落速度下高优先级业务不产生误码或丢包。

5.8.2 测试方法

测试项 1： 自适应调制功能测试。

测试说明： 验证自适应调制功能。

测试步骤： a) 按图 20 连接设备和仪表；

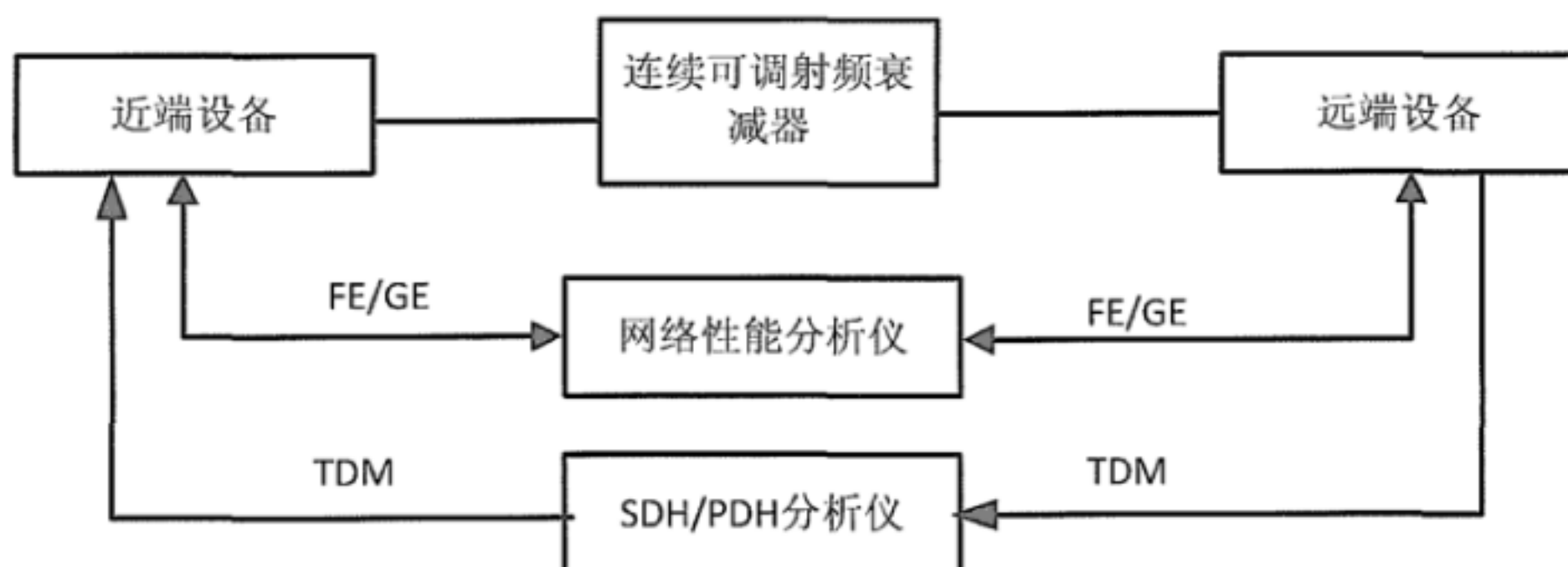


图 20 自适应调制测试组网示意

- b) 根据设备宣称值配置相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等），使微波 RIC 带宽满足 TDM 和以太业务带宽之和）；
- c) 配置不同优先级的 TDM 业务和以太业务，使能 AM 特性，配置全容量调制模式和保证容量调制模式；
- d) 配置网络性能分析仪，观察以太业务，应无丢包；
- e) 配置 PDH/SDH 分析仪，观察 TDM 业务，应无误码；
- f) 逐步增加可调衰减器衰减量，观察 TDM 业务误码和以太业务丢包情况，记录当前的调制模式，直到调整到保证容量调制模式停止，在 AM 调制模式降低时，低优先级业务应比高优先级业务先被丢弃；
- g) 逐步减小可调衰减器衰减量，观察 TDM 业务误码和以太业务丢包情况，记录当前的调制模式，直到调整到全容量调制模式停止，在 AM 调制模式升高时，低优先级业务应比高优先级业务后被恢复。

测试项 2: 自适应调制技术抗衰落能力测试。

测试说明: 使用衰落模拟设备, 验证自适应调制技术抗衰落能力。

测试步骤: a) 按图 21 连接设备和仪表;

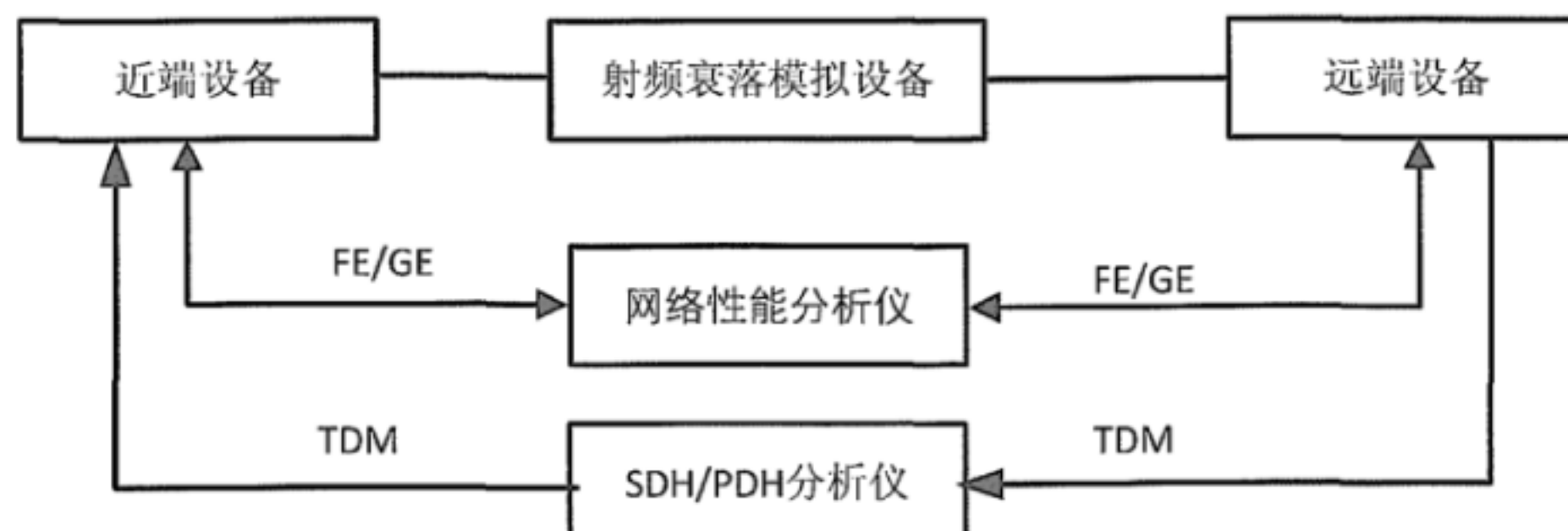


图 21 自适应调制技术抗衰落能力测试

- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
- c) 配置不同优先级的业务, 使微波保证容量能够满足最高优先级业务带宽;
- d) 配置自适应调制功能使能, 不开启 ATPC 功能;
- e) 配置网络性能分析仪和配置 SDH/ PDH 分析仪, 观察最高优先级业务无丢包(最高优先级业务为以太业务时)或无误码(最高优先级业务为 TDM 业务时);
- f) 在 100ms 内进行 100dB/s 的快衰落时最高优先级业务应无丢包或无误码。

5.9 微波链路聚合

5.9.1 技术要求

为了有效利用微波链路带宽和实现更高的可靠性, 微波接口应支持在业务层进行链路聚合。链路聚合工作方式支持负载分担或非负载分担模式。负载分担模式可以基于 MAC 地址、IP 地址或 MPLS 标签等一种或多种方式进行分担; 非负载模式提供一种 1+1 的业务保护, 本标准推荐倒换时间应小于 500ms。

5.9.2 测试方法

测试项 1: 微波链路聚合功能测试——负载分担。

测试说明: 微波链路聚合成功, 业务分担在各微波链路上;

如果聚合组成员链路中断, 业务会在剩余微波链路上分担。

测试步骤: a) 按图 22 连接设备和仪表;

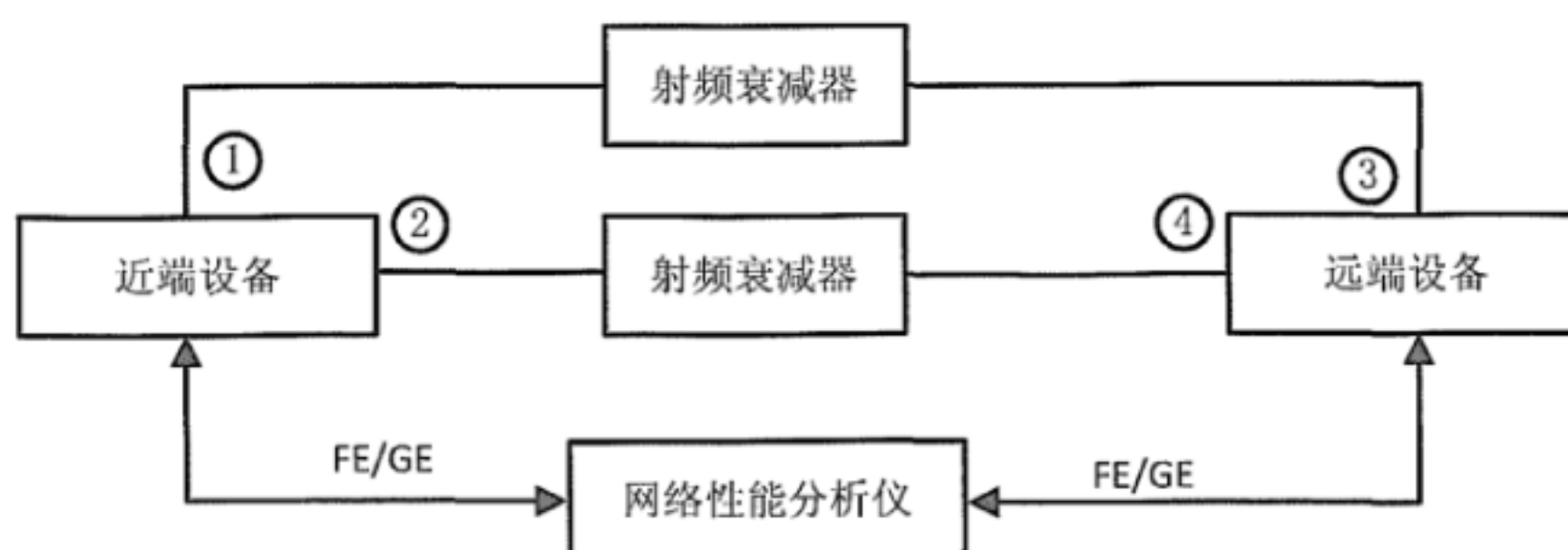


图 22 微波链路聚合测试

- b) 根据设备宣称值配置相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);

- c) 配置近端设备和远端设备的链路聚合组(LAG 组), 配置负载方式为负载分担, 并配置负载分担策略: 目的地址为 A 的报文从端口 1 发送, 目的地址为 B 的报文从端口 2 发送;
- d) 配置网络性能分析仪, 发送带宽目的地址分别为 A 和 B 的以太网业务, 观察以太网业务, 应无丢包;
- e) 网管查询各微波链路实际承载以太网业务带宽情况, 以太网业务应承载在两条微波链路上, 具体的承载链路应符合步骤 c) 中配置的负载分担策略;
- f) 断开近端网元端口 1 的 ODU, 观察以太网业务通过带宽情况, 所有以太网业务均通过端口 2 的 ODU 微波链路;
- g) 打开近端网元端口 1 的 ODU, 观察以太网业务通过带宽情况, 以太网业务应承载在两条微波链路上, 具体的承载链路应符合步骤 c) 中配置的负载分担策略。

测试项 2: 微波链路聚合功能测试——非负载分担。

测试说明: 微波链路聚合成功, 业务从当前主用链路上通过。当主用链路中断时业务应切换到备用链路上。

- 测试步骤:
- a) 按图 22 连接设备和仪表;
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
 - c) 配置近端设备和远端设备的链路聚合组 (LAG 组), 配置负载方式为非负载分担;
 - d) 配置网络性能分析仪, 发送带宽不超过微波 RIC 带宽的以太网业务, 观察以太网业务, 应无丢包;
 - e) 网管查询各微波链路实际承载业务的情况, 应仅主用微波链路承载以太业务流量;
 - f) 断开近端网元主链路 ODU, 观察各微波链路实际承载以太业务的情况, 业务应在 500ms 内切换到备用链路;
 - g) (可选) 打开近端网元主链路 ODU, 观察各微波链路实际承载以太业务的情况, 业务应切换回主用链路。

5.10 射频链路捆绑

5.10.1 技术要求

射频链路捆绑技术可以将多条微波射频链路在一层进行捆绑获得更大链路带宽, 分组报文在捆绑后的多条微波射频链路上透明传输。

5.10.2 测试方法

测试项: 射频链路捆绑。

- 测试说明:
- a) 使能一层物理链路聚合技术后, 分组报文在捆绑后的的多条射频链路上透明传输;
 - b) 一层物理链路聚合技术可以提供业务保护。

- 测试步骤:
- a) 按图 22 连接设备和仪表;
 - b) 根据设备宣称值配置相关参数: 调制模式、带宽、发射频率、发射功率等;
 - c) 配置并使能近端和远端设备的一层物理链路聚合功能(射频捆绑链路数目为 n);
 - d) 从近端设备向远端设备持续发送单一流 (如: 源、目的 MAC 地址相同的分组报文),

报文发送速率应大于单条射频链路的 RIC 带宽, 且小于 n 倍微波 RIC 带宽。

e) 观察网络性能分析仪, 分组报文收发数目应相同, 无丢包;

f) 调整分组报文发送速率等于 n 倍微波 RIC 带宽;

g) 断开近端网元连接的一个 ODU, 观察网络性能分析仪, 以太网业务通过带宽应为 $n-1$ 倍微波 RIC 带宽;

h) 重新打开步骤 g) 中关闭的 ODU, 观察网络性能分析仪, 以太网业务通过带宽应为 n 倍微波 RIC 带宽。

5.11 保护能力

5.11.1 分组保护倒换

5.11.1.1 概述

分组微波设备至少应支持以下分组保护方式中的一种。

5.11.1.2 以太网环保护

5.11.1.2.1 技术要求

支持以太环网保护的分组微波设备应支持符合 ITU-T G.8032 标准的以太网环保护。

5.11.1.2.2 测试方法

测试项: 以太环网业务保护测试。

测试说明: 验证以太环网保护功能。

测试步骤 a) 按图 23 连接设备和仪表;

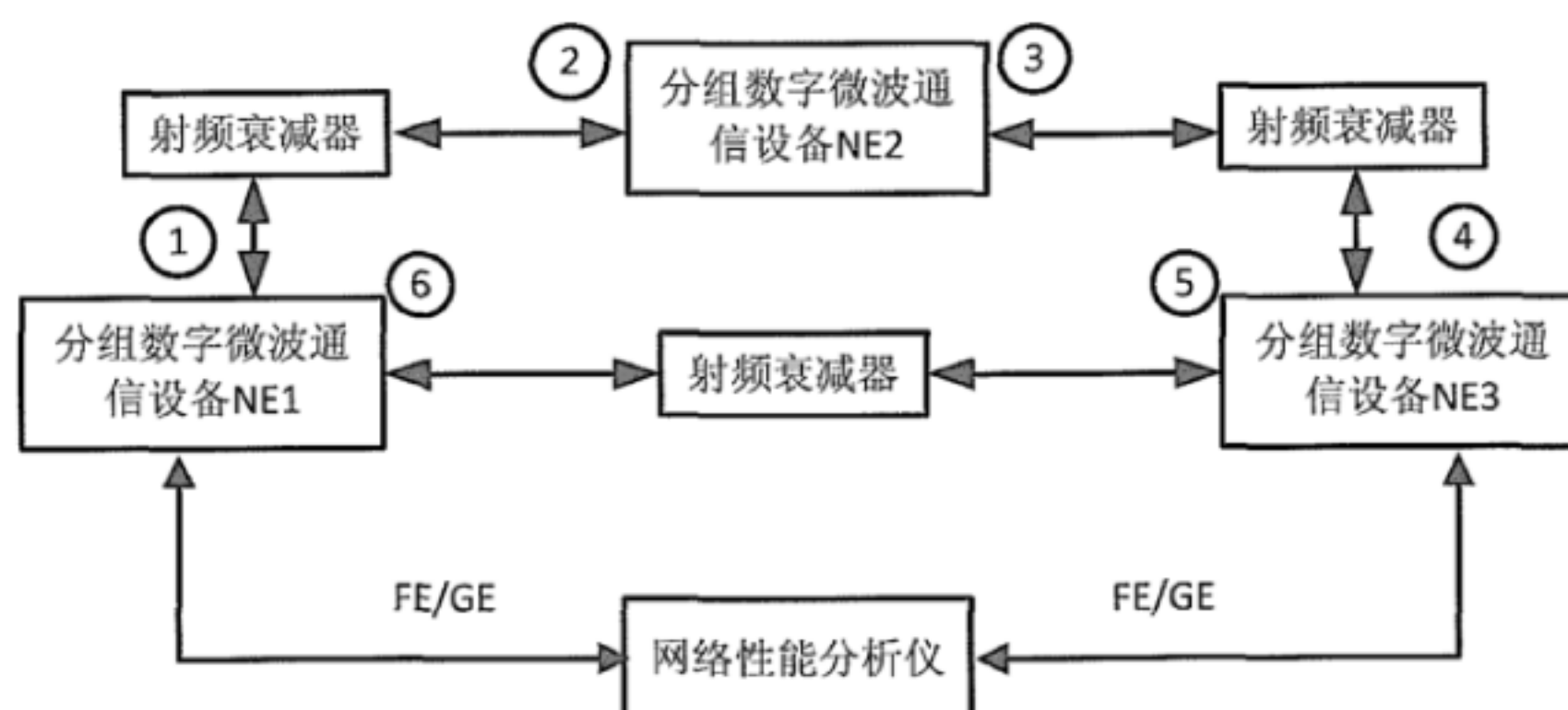


图 23 以太网环保护测试组网示意

b) 根据设备宣称值配置相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）;

c) 配置以太环网保护组;

d) 配置以太网业务;

e) 配置网络性能分析仪, 观察以太网业务, 业务应无丢包, 无广播风暴;

f) 断开 5 号 ODU, 记录以太业务中断恢复时间, 环网以太业务中断恢复时间应小于 100ms;

g) (可选) 打开 5 号 ODU, 通过 WTR 时间（设备商自己定义）后, 业务恢复到主用链路, 记录以太业务中断恢复时间, 环网以太业务中断恢复时间应小于 100ms。

5.11.1.3 以太网线性保护

5.11.1.3.1 技术要求

支持以太网线性保护的分组微波设备应支持符合 ITU-T G.8031 标准的 1+1/1:1 以太网线性保护。倒换时间应小于 100ms。

5.11.1.3.2 测试方法

测试项 1: 以太网 1:1 线性保护测试。

测试说明: 验证以太网 1:1 线性保护功能。

测试步骤: a) 按图 24 连接设备和仪表;

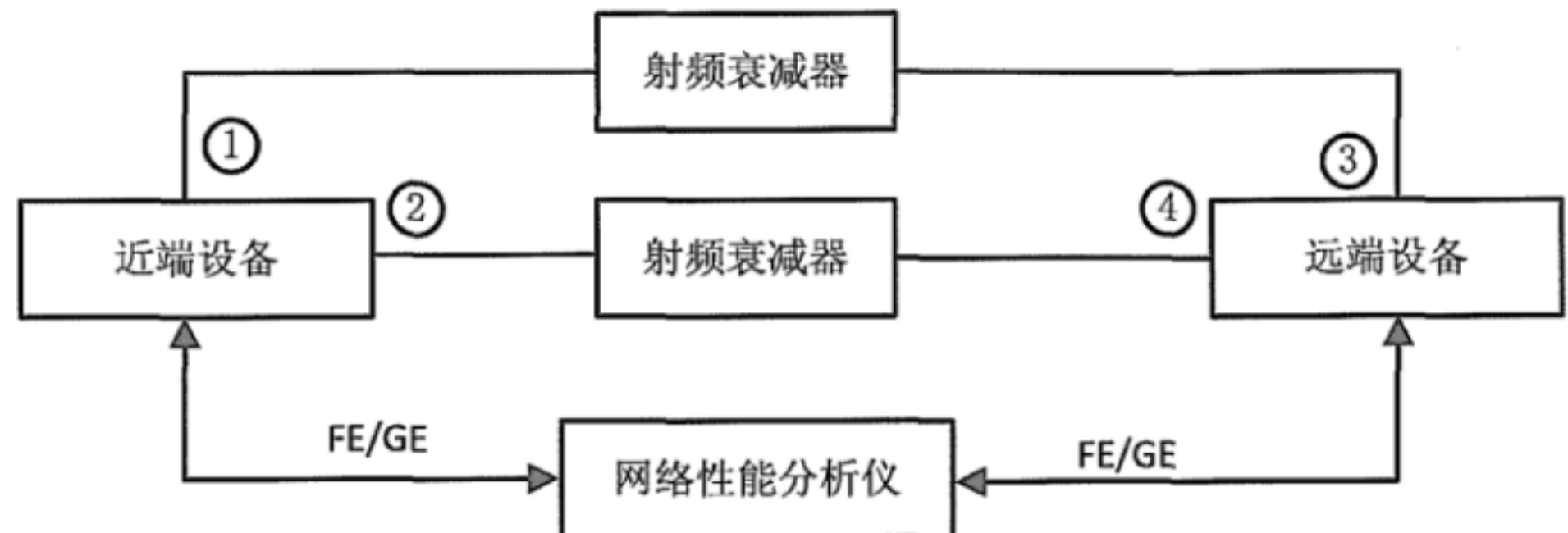


图 24 以太网线性保护测试

- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
- c) 在近端设备和远端设备配置以太网 1:1 线性保护组；
- d) 配置以太网业务；
- e) 配置网络性能分析仪，数据在主路上发送；
- f) 断开主路 ODU，观察以太业务中断时间；记录以太网业务中断恢复时间，时间应小于 100ms；
- g) （可选）打开主路 ODU，通过 WTR 时间（可配置）后，业务恢复到主用链路，记录以太业务中断恢复时间，时间应小于 100ms。

测试项 2: 以太网 1+1 线性保护测试。

测试说明: 验证以太网 1+1 线性保护功能。

测试步骤: a) 按图 24 连接设备和仪表;

- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
- c) 在近端设备和远端设备配置以太网 1+1 线性保护组；
- d) 配置以太网业务；
- e) 配置网络性能分析仪，数据在主路和备路上同时发送；
- f) 断开主路 ODU，记录以太网业务中断恢复时间，应小于 100ms；
- g) （可选）打开主路 ODU，通过 WTR 时间（可配置）后，业务恢复到主用链路，记录以太业务中断恢复时间，应小于 100ms。

5.11.1.4 MPLS 线性保护

5.11.1.4.1 技术要求

支持 MPLS 线性保护的分组微波设备应:

a) 支持 MPLS 双向 1:1 路径保护;

b) 支持符合 ITU-T G.8131 的 MPLS 1+1/1:1 线性保护, 或支持符合 IETF RFC 6378 标准的 MPLS-TP 1+1/1:1 以太网线性保护。

倒换时间应小于 100ms。

5.11.1.4.2 测试方法

测试项 1: MPLS 1:1 线性保护测试。

测试说明: 验证 MPLS 1:1 保护功能。

测试步骤: a) 按图 25 连接设备和仪表;

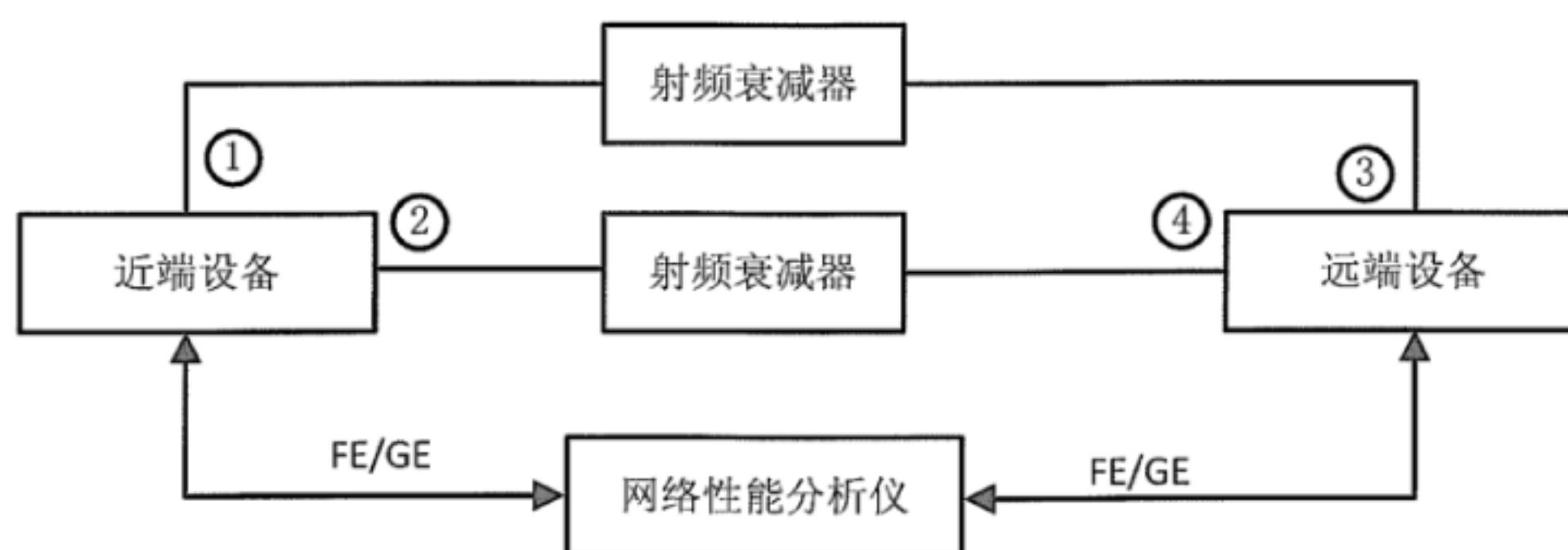


图 25 MPLS 线性保护测试

b) 根据设备宣称值配置相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）;

c) 在近端设备和远端设备配置 MPLS 1:1 线性保护组;

d) 配置以太业务;

e) 配置网络性能分析仪, 数据在主路上发送;

f) 断开主路 ODU 并观察业务中断时间; 记录业务中断恢复时间, 应小于 100ms;

g) (可选) 打开主路 ODU, 通过 WTR 时间 (设备商自己定义) 后, 业务恢复到主用链路, 记录业务中断恢复时间, 时间应小于 100ms。

测试项 2: MPLS 1+1 线性保护测试。

测试说明: 验证 MPLS 1+1 保护功能。

测试步骤: a) 按图 25 连接设备和仪表;

b) 根据设备宣称值配置相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）;

c) 在近端设备和远端设备配置 MPLS 1+1 线性保护组;

d) 配置以太业务;

e) 配置网络性能分析仪, 数据在主路和备路上同时发送;

f) 断开主路 ODU 并记录业务中断恢复时间, 应小于 100ms;

g) (可选) 打开主路 ODU, 通过 WTR 时间 (设备商自己定义) 后, 业务恢复到主用链路, 记录业务中断恢复时间, 应小于 100ms。

5.11.1.5 MPLS 环保护

待研究。

5.11.2 射频保护倒换(可选)

5.11.2.1 概述

支持射频保护倒换的分组微波设备应至少支持以下保护倒换方式的一种。

5.11.2.2 HSB 保护

5.11.2.2.1 技术要求

通过对每跳微波链路两端的中频单元和 ODU 进行热备份实现保护。

5.11.2.2.2 测试方法

测试项： HSB 保护倒换功能测试。

测试说明： 验证 HSB 保护倒换功能。

测试步骤： a) 按图 26 连接设备和仪表；

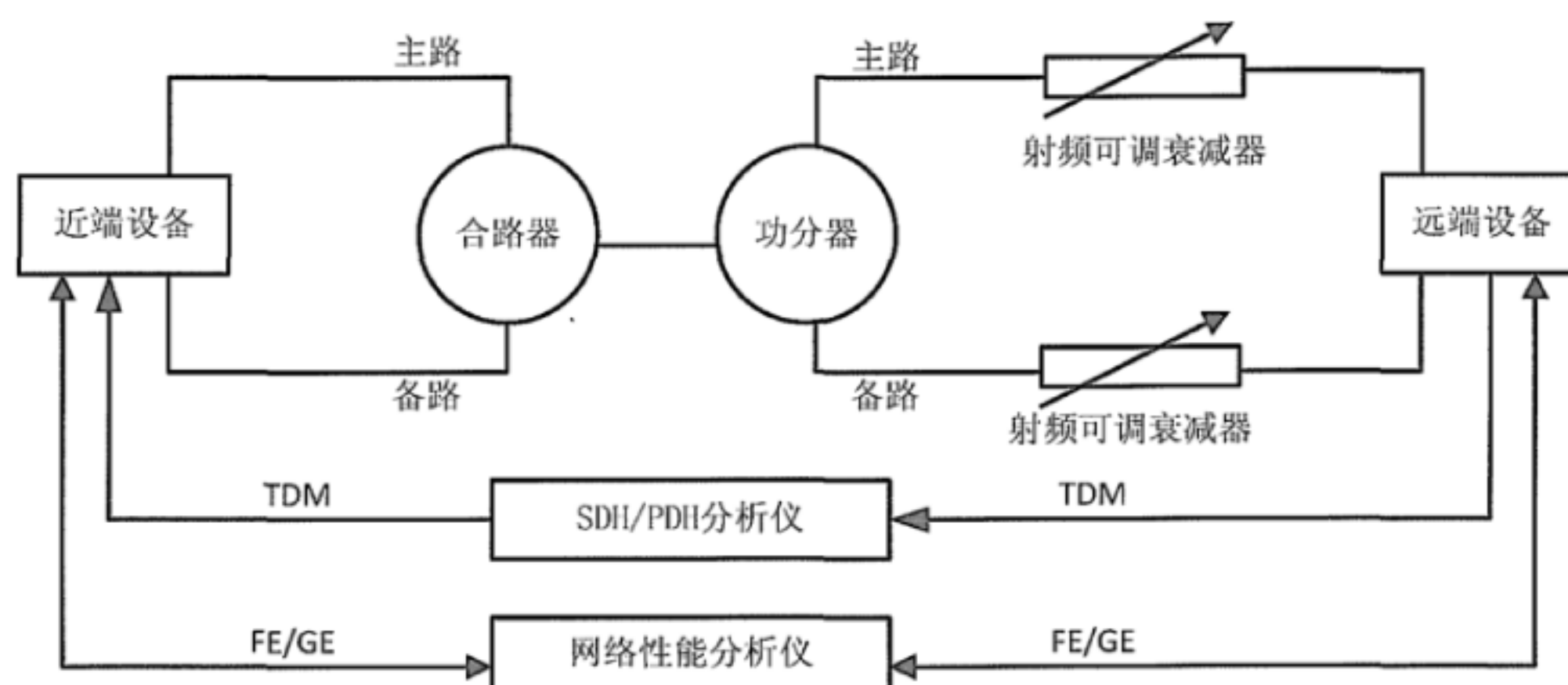


图 26 HSB 测试组网示意

- b) 在近端设备和远端设备分别配置 HSB 保护，配置相关参数（带宽、频率、功率等）；
- c) 查询近端设备和远端设备保护组的状态，保护组应为正常状态；
- d) 配置 TDM 业务，配置以太网业务；
- e) 断开主路的 ODU。观察保护组倒换状态应处于倒换态。在倒换完成之后，重新观察 SDH/PDH 分析仪上应无误码，网络性能分析仪业务应收发正常。

5.11.2.3 频率分集(FD)保护

5.11.2.3.1 技术要求

接收端的主用通道和备用通道分别接收来自发送端的不同频率的射频信号，从而实现业务的保护。

5.11.2.3.2 测试方法

测试项 1： FD 保护 HSB 倒换功能测试。

测试说明： 验证 FD 保护 HSB 倒换功能，本测试需要使用连续可调衰减器。

测试步骤： a) 按图 27 连接设备和仪表；

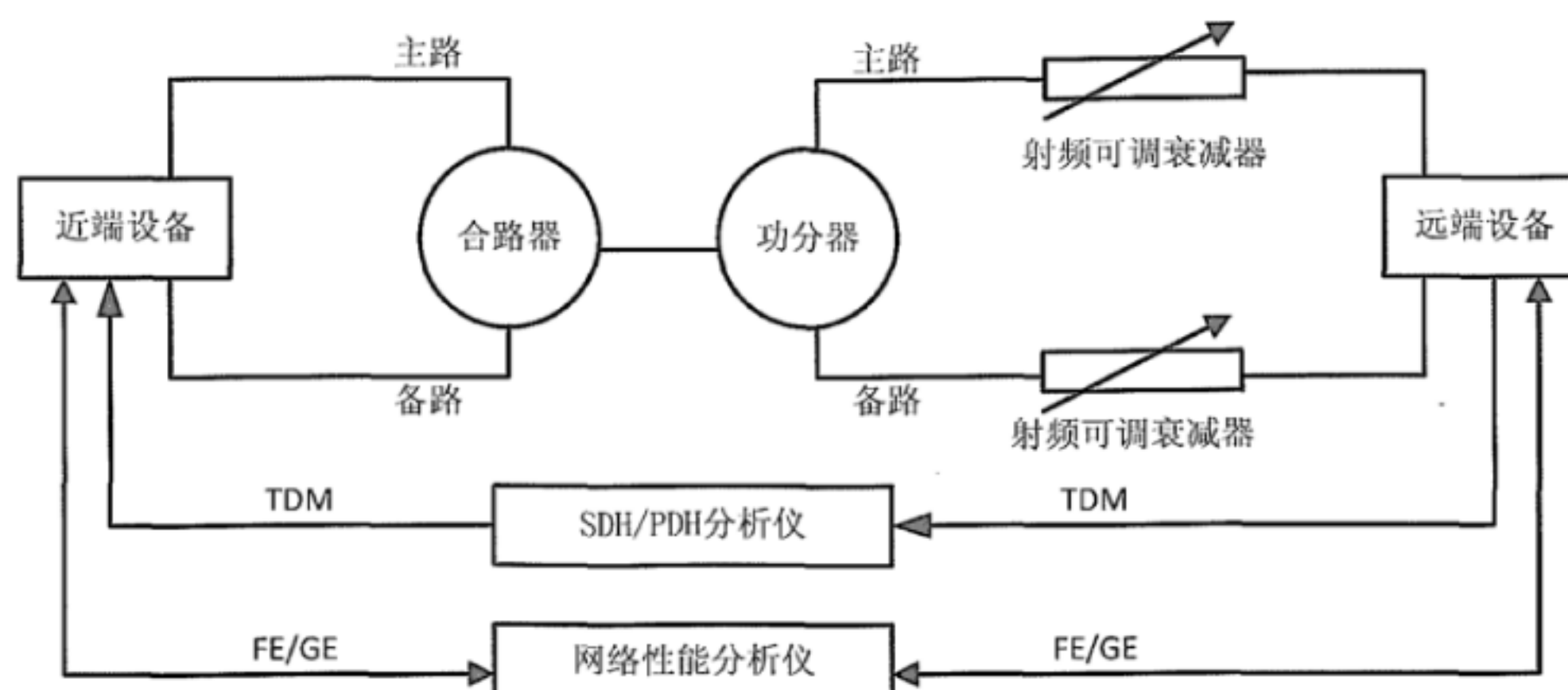


图 27 FD 测试组网示意

- b) 在近端设备和远端设备分别配置 FD 保护，配置相关参数（带宽、频率、功率等）；
- c) 查询近端设备和远端设备保护组的状态，状态应为正常状态；
- d) 断开近端设备的主路 ODU；
- e) 业务发生瞬断后恢复，观察倒换状态，在倒换完成之后，在 SDH/PDH 分析仪和网络性能分析仪上观察业务状态应为正常状态。

测试项 2: FD 保护 HSM 倒换功能测试。

测试说明: 验证 FD 保护 HSM 倒换功能，本测试需要使用连续可调衰减器。

测试步骤: a) 按图 27 连接设备和仪表；

- b) 在近端设备和远端设备分别配置 FD 保护，配置相关参数（带宽、频率、功率等）；
- c) 查询近端设备和远端设备保护组状态都应为正常状态；
- d) 调整主路可调衰减器使远端设备主路中频板接收信号质量变差，直到主路接收中断；
- e) 观察业务在倒换过程中应无影响。

5.12 分组时钟同步

5.12.1 概述

分组微波设备应至少支持以下一种时钟同步技术。

5.12.2 频率同步

5.12.2.1 频率同步的定义

频率同步是指信号之间的频率或相位上保持某种严格的特定关系，信号在其相对应的有效瞬间以同一平均速率出现，以维持通信网络中所有的设备以相同的速率运行，即信号之间保持恒定相位差。

5.12.2.2 基于外时钟接口的频率同步

5.12.2.2.1 技术要求

分组微波设备可支持通过外时钟接口获取时钟信息，并跟踪该时钟的频率。也可以通过外时钟接口传递频率信息。外时钟接口应支持 2048kbit/s 和 2048kHz 接口；外时钟接口应符合 ITU-T G.703 和 ITU-T G.704 要求。外时钟接口的漂移容限应符合 ITU-T G.823 定义的 MTIE/TDEV 要求，具体应符合图 28 和图 29 的要求。

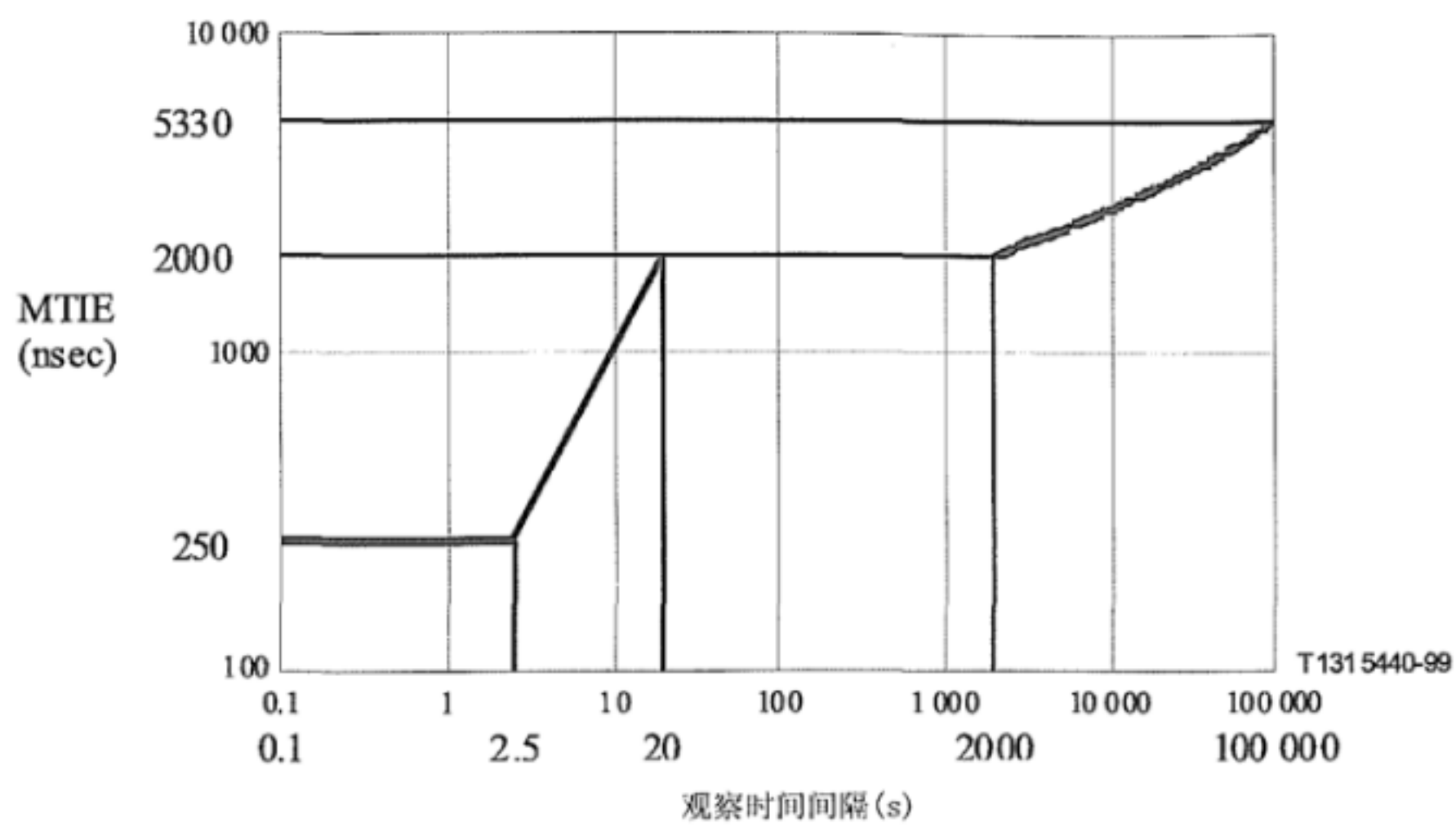


图 28 基于外时钟接口的 MTIE 模板

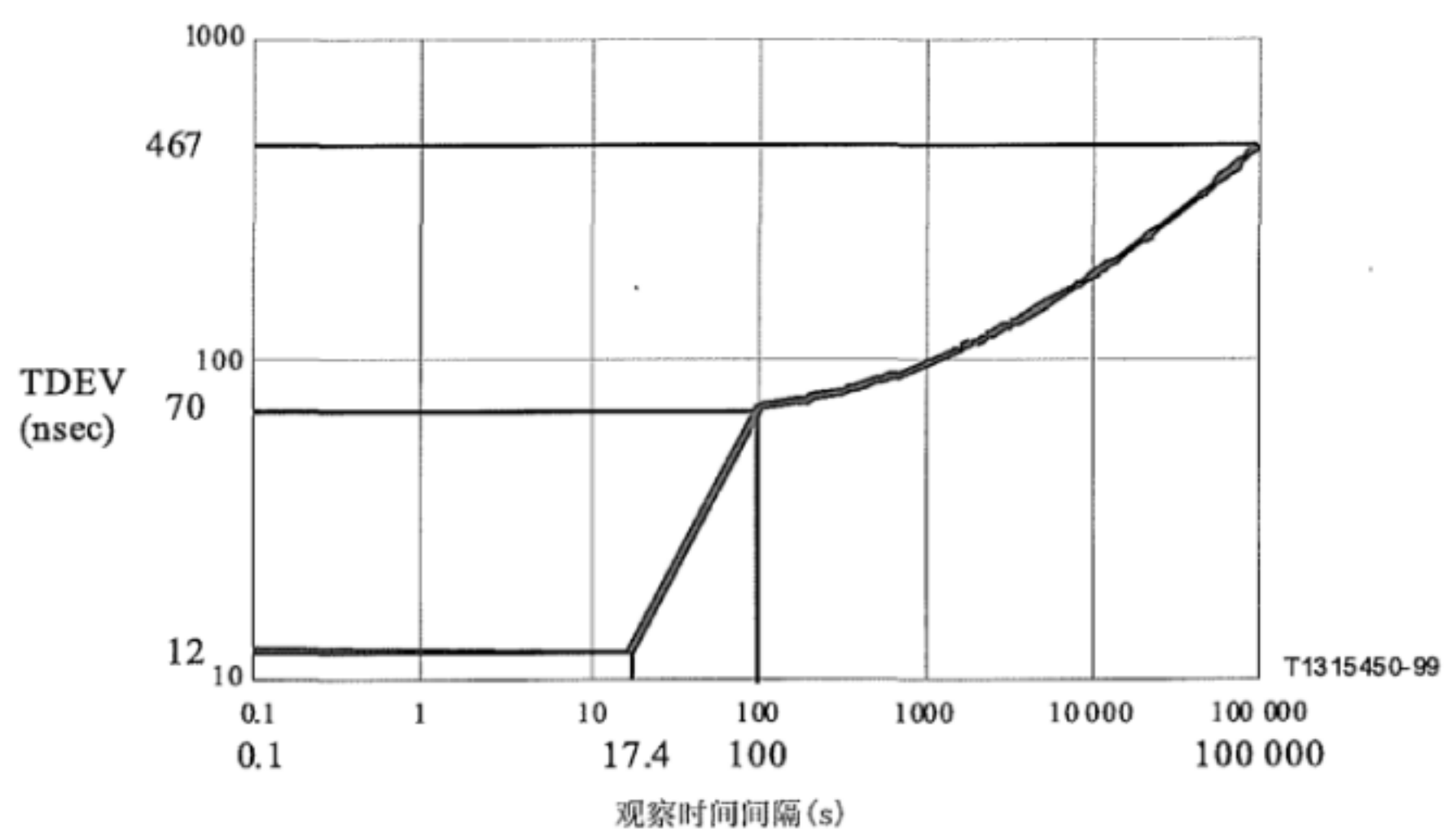


图 29 基于外时钟接口的 TDEV 模板

5.12.2.2.2 测试方法

测试项： 外时钟和微波空口时钟传送功能验证。

测试说明： 验证外时钟和微波空口时钟传送功能。

测试步骤： a) 按图 30 连接设备和仪表；

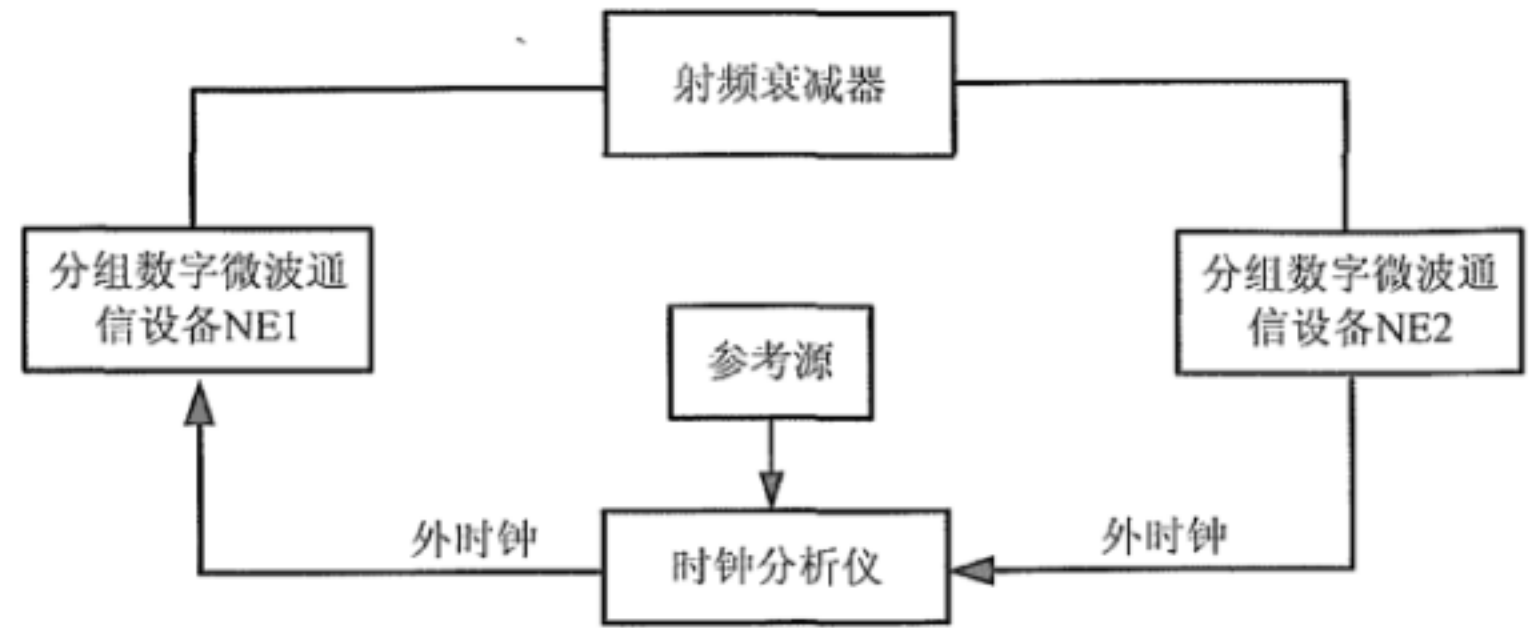


图 30 外时钟接口测试组网示意

b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；

c) 如表 31 所示，配置各设备的时钟跟踪参数；

表 31 时钟跟踪参数配置

设备	时钟源
NE1	外时钟
NE2	微波时钟（即通过微波链路传递过来的时钟信号）

d) 如表 32 所示，查看各分组微波设备时钟跟踪状态；

表 32 时钟跟踪状态

设备	时钟跟踪状态
NE1	外时钟
NE2	微波时钟

e) 观测时钟分析仪表 MTIE 和 TDEV 模板，测试结果应符合图 28 和图 29 的要求。

5.12.2.3 基于同步以太技术的频率同步

5.12.2.3.1 技术要求

支持通过以太网物理层时钟传送频率同步的技术，上游网元支持通过FE/GE/等同步以太网线路向下游传送同步时钟信号，下游网元可以通过同步以太网接口从线路码流中提取时钟信息，从而实现整网的时钟同步。

分组微波网络基于同步以太技术进行频率同步时，应支持基于SSM的时钟源选择算法，SSM信息在同步以太网链路上的承载方式见ITU-T G.8264标准。时钟漂移性能应满足ITU-T G.8261中的定义，具体模板见图31。

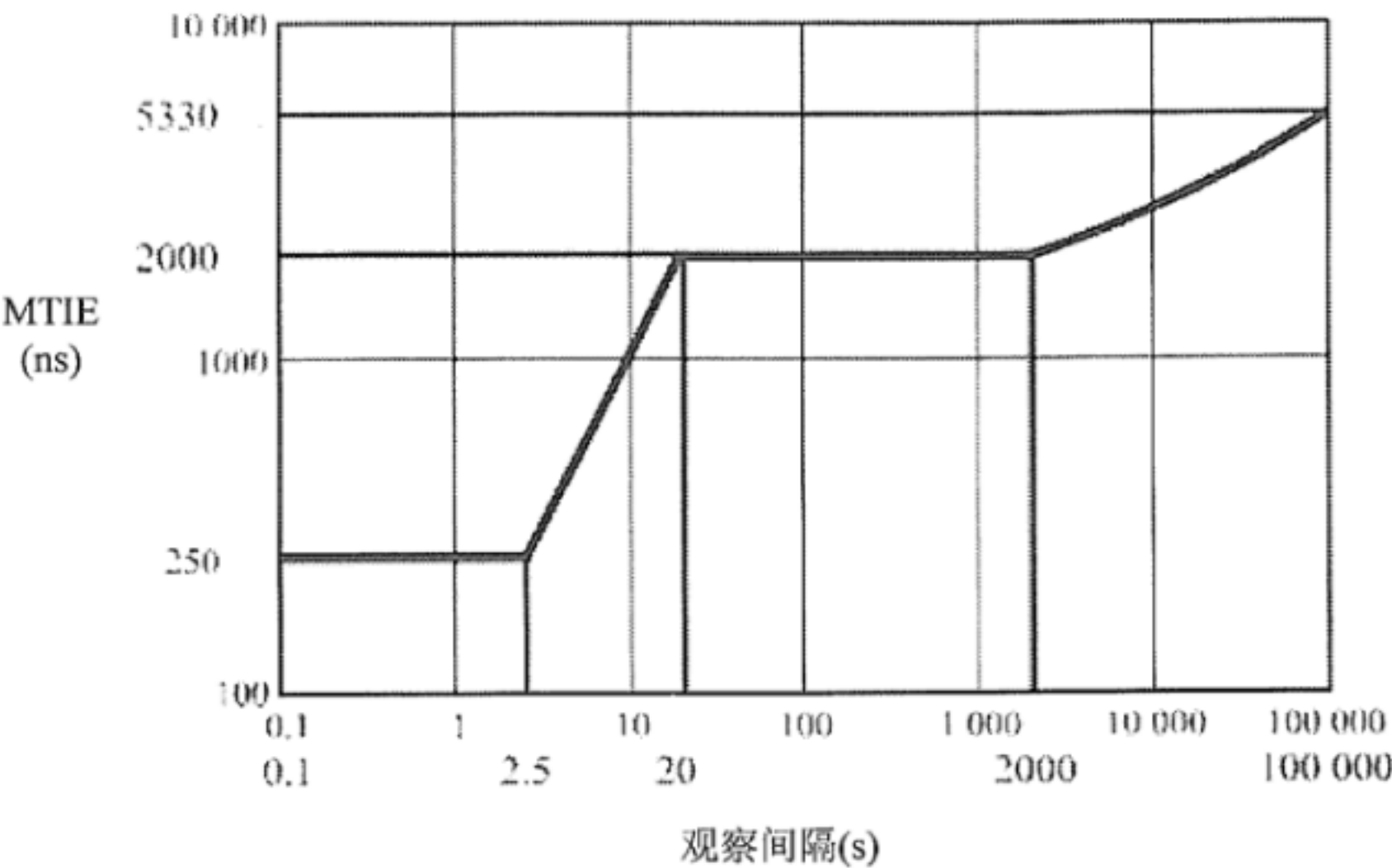


图 31 基于同步以太接口的 MTIE 模板

5.12.2.3.2 测试方法

- 测试项 1： 同步以太时钟功能验证。
- 测试说明： 验证同步以太时钟功能，GE/FE 均需要测试。
- 测试步骤： a) 按图 32 连接设备和仪表；

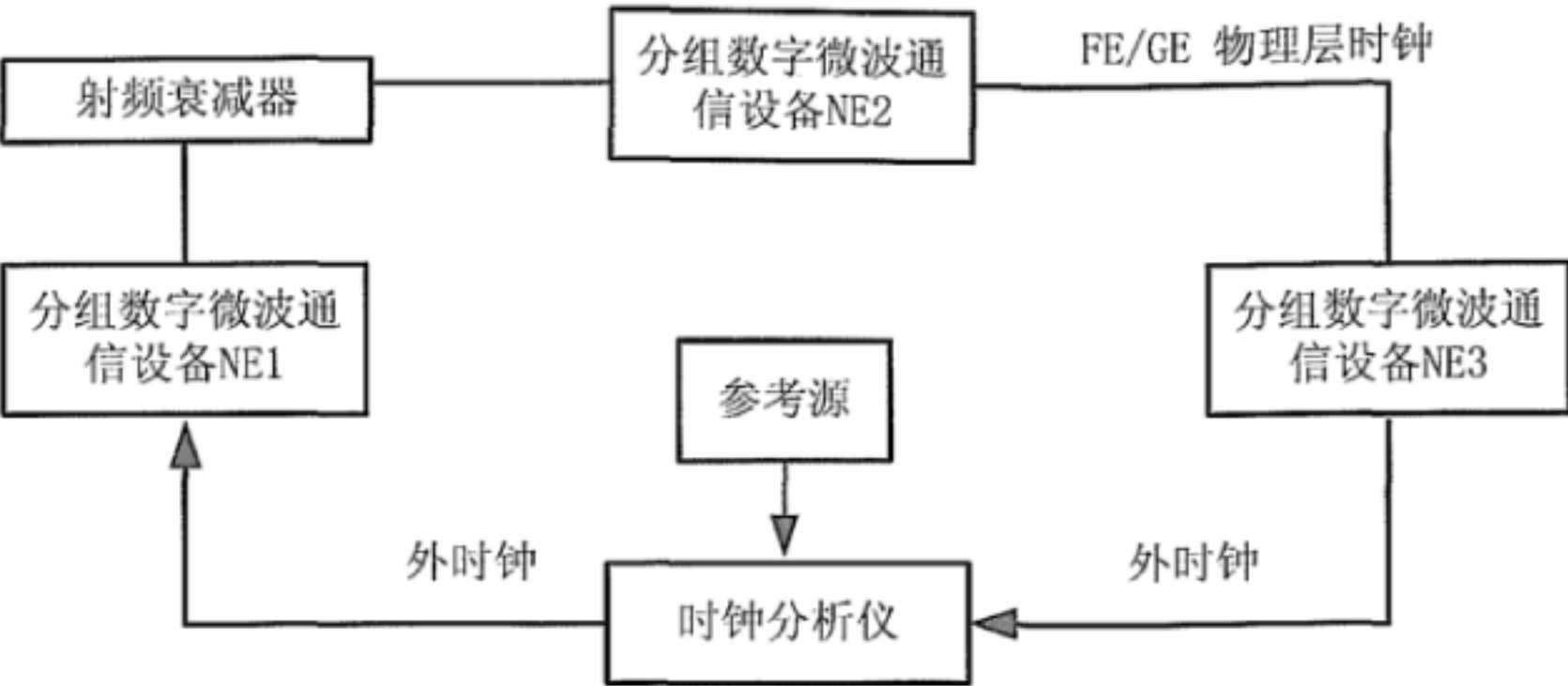


图 32 同步以太频率同步测试组网示意

- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
c) 如表 33 所示，配置各设备的时钟跟踪参数；

表 33 时钟跟踪状态

设备	时钟源
NE1	外时钟
NE2	微波时钟
NE3	GE/FE

- d) 如表 34 所示，查看各分组微波设备时钟跟踪状态；

表 34 时钟跟踪状态

设备	时钟跟踪状态
NE1	外时钟
NE2	微波时钟
NE3	GE/FE

- e) 远端网元可以通过 FE/GE 跟踪近端网元时钟，并通过时钟分析仪测试时钟漂移性能，满足图 31 的模板要求。

测试项 2: 验证同步以太网的 SSM 功能。
测试说明: 验证同步以太网的 SSM 功能，GE/FE 均需要测试（见 ITU-T G.8264）。
测试步骤: a) 按图 33 连接设备和仪表；

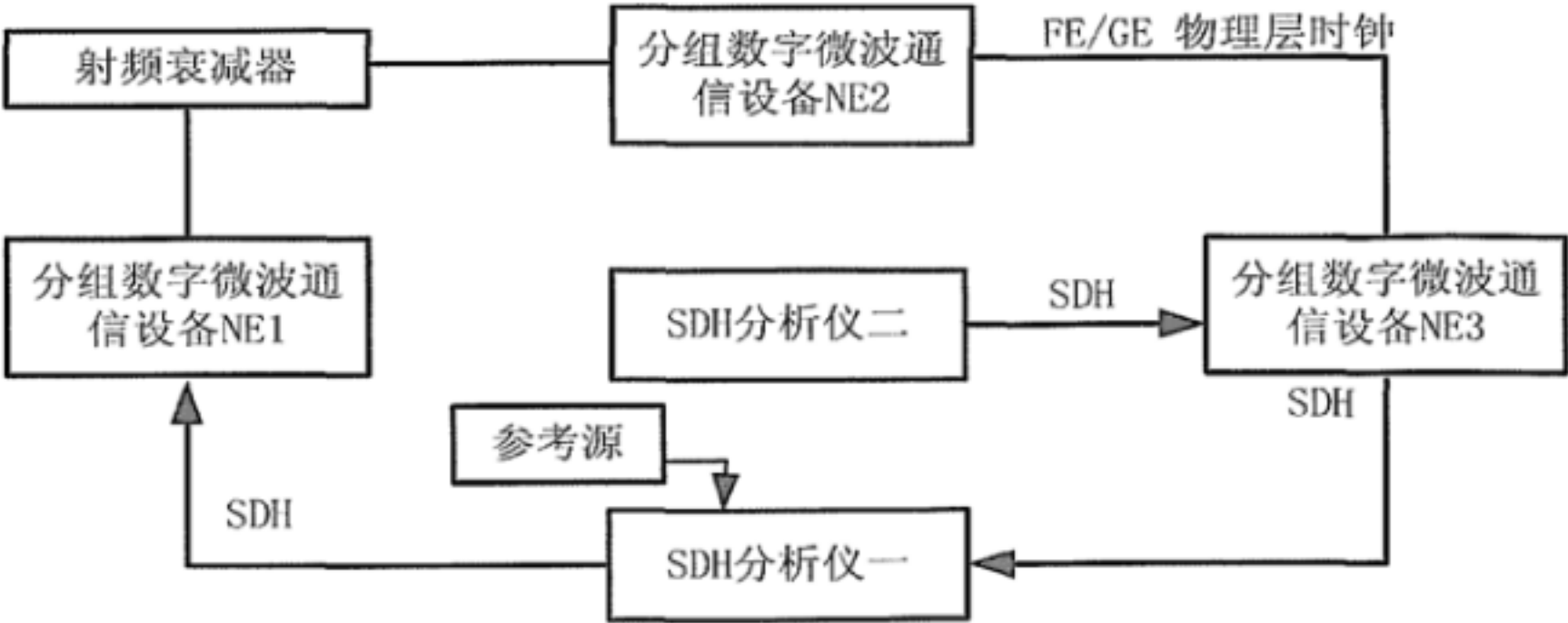


图 33 同步以太 SSM 功能测试组网示意

- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
- c) 如表 35 所示，配置各设备的时钟跟踪参数；

表 35 时钟跟踪状态

设备	时钟源
NE1	SDH 接口线路时钟
NE2	微波时钟
NE3	GE/FE, SDH 线路时钟

- d) 按照下表 36 修改 SDH 分析仪发送 S1 字节的值(SSM 编码见 ITU-T G.781(09/2008)表 4)；

表 36 S1 字节配置

时钟质量	未知质量	PRC	SSU-A	QL-SSU-B	SEC
S1(b5-b8)	0000	0010	0100	1000	1011

- e) 通过网管查询 NE3 对 S1 字节时钟质量解析是否正确；
- f) SDH 分析仪 1 发送 S1 质量“0100”，SDH 分析仪 2 发送 S1 质量“1000”，观察 NE3 当前跟踪时钟源，NE3 应该时钟源切换，跟踪时钟质量更高的“0100”。

5.12.3 时间同步

5.12.3.1 时间同步的定义

时间同步就是相位同步（Phase synchronization），是指信号之间的频率和相位都保持一致，即信号之间相位差恒定为零。

5.12.3.2 基于外时间接口的时间同步

5.12.3.2.1 技术要求

分组微波设备可支持通过外时钟接口获取时钟信息，并跟踪该时钟的时间和时钟信息，时间同步精度绝对值应小于 1μs。

5.12.3.2.2 测试方法

- 测试项： 外时间输入/输出接口功能测试。
- 测试说明： 验证外时间输入/输出接口功能测试。
- 测试步骤： a) 按图 34 连接设备和仪表；

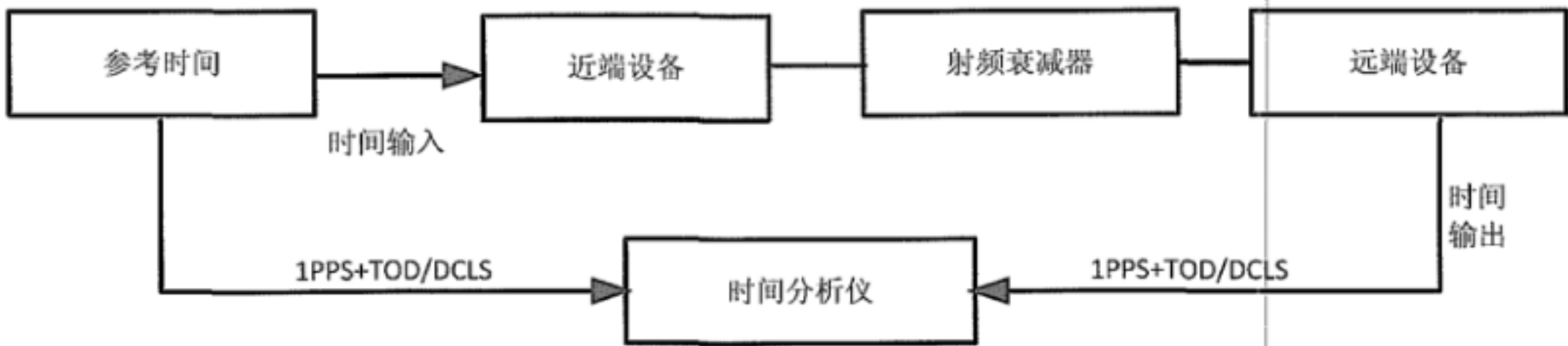


图 34 外时间输入输出功能测试

- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
- c) 配置：近端网元同步外时间接口、远端网元同步通过微波口、远端网元外时间输出；
- d) 读取时间分析仪相位时间差，时间同步精度绝对值应小于 1μs。

5.12.3.3 基于 IEEE 1588-2008 的时间同步

5.12.3.3.1 技术要求

支持基于 IEEE 1588-2008 的时间同步机制，时间同步精度绝对值小于 1μs。详细技术要求见 YD/T 2374-2011 第 9 章。

5.12.3.3.2 测试方法

测试项： IEEE 1588-2008 时间同步功能测试。
测试说明： 验证 IEEE 1588-2008 时间同步功能。
测试步骤： a) 依照图 35 搭建测试拓扑；

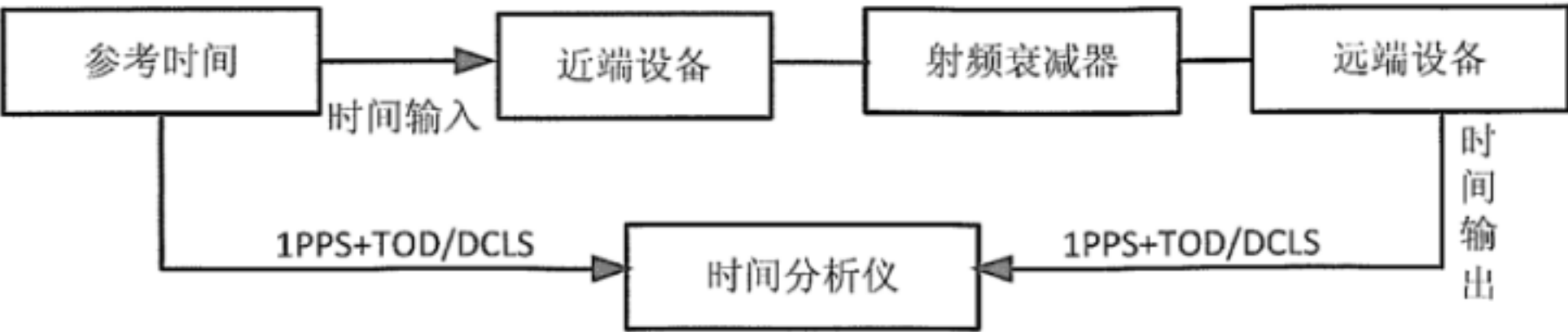


图 35 IEEE 1588-2008 时间同步功能测试组网

- b) 配置所有网元的 PTP 模型为 BC，并配置近端设备跟踪 BITS 的时间输入信号（1PPS/DCLS）；
c) 启用 BMC 算法，通过时间分析仪测试远端设备的时间输出 1PPS 的信号精度，时间同步精度绝对值应小于 1μs。

5.13 OAM 能力

分组数字微波网络OAM封装和协议见YD/T 2374-2011第7.2节。以太网OAM封装和协议见IEEE 802.1ag和ITU-T Y.1731。

- 分组数字微波网络的OAM功能应至少包含下面两项要求中的一项：
(1) 基于MPLS-TP/MPLS的OAM要求（表37）；
(2) 基于以太网的OAM要求（表38）。

表 37 基于 MPLS-TP/MPLS 的 OAM 要求

	功能项	网络层次	要求
故障检测	连续性检测/远端故障指示	业务层	可选
		隧道层	必选
		链路层	必选
	告警指示信号	业务层	可选
		隧道层	必选
		链路层	必选
	环回检测	业务层	必选
		隧道层	必选
	路径跟踪	业务层	必选
		隧道层	必选
性能检测	锁定	所有	可选
	客户信号故障指示	隧道层	必选
	以太网接入链路OAM	链路层	必选
	丢包测量	所有	可选
	延时测量	所有	可选

表 38 基于以太网的 OAM 要求

	功能项	要求
故障检测	连续性检测/远端故障指示	必选
	告警指示信号	必选
	环回检测	必选

表 38（续）

	功能项	要求
故障检测	路径跟踪	必选
	锁定	可选
	客户信号故障指示	可选
	以太网接入链路OAM	必选
性能检测	丢包测量	可选
	延时测量	可选

5.13.1 故障检测

5.13.1.1 连续性检测

5.13.1.1.1 技术要求

连续性检测功能工作在主动模式，通过源维护终端点（MEP）周期性的发送该OAM报文，宿MEP对该报文进行监测，可以探测MEG中的任何一对MEP之间的连续性丢失（LOC）。

分组微波设备支持基于ITU-T Y.1731/IEEE 802.1ag的以太网CC/RDI连续性检测机制，可支持基于MPLS-TP/PW封装和ITU-T Y.1731协议报文的MPLS-TP/PW CC/RDI连续性检测机制，可支持基于ITU-T Y.1711的MPLS CV/FFD连续性检测机制。

5.13.1.1.2 测试方法

- 测试项 1： 以太网连续性检测测试。
- 测试说明： 验证以太网连续性检测功能。
- 测试步骤： a) 按图 36 连接设备和仪表；



图 36 连续性检测功能测试配置

- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
- c) 配置以太业务，从端口 1 到端口 6；
- d) 如表 39 所示，配置以太 OAM（推荐参数见表 39）：

表 39 以太网 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
维护域名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
维护域等级	2	2	2	2	2	2
维护组名称	ABC					ABC
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- e) 配置网络性能分析仪；
- f) 使能以太网 OAM, 设置 CC 报文发送周期为 3.3ms/10ms/100ms/1s(选择支持的周期)；
- g) 断开 NE2 与 NE3 之间的微波链路；
- h) 查询 NE1, NE3 应均上报 CC 丢失告警；
- i) 恢复 NE2 与 NE3 之间微波链路，再一次查询告警，NE1 与 NE3 的 CC 丢失告警应消失。

- 测试项 2: MPLS-TP 连续性检测测试。
- 测试说明: 验证 MPLS-TP 连续性检测功能。
- 测试步骤: a) 按图 36 连接设备和仪表;
- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
- c) 如图 40 所示,配置微波端口的 MPLS-TP LSP 参数,创建双向隧道;并配置 MPLS-TP OAM;

表 40 MPLS-TP OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
MEG 名称	TEST-LSP	TEST-LSP	TEST-LSP	TEST-LSP	TEST-LSP	TEST-LSP
MEG 等级	2	2	2	2	2	2
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 使能 MPLS-TP OAM, 检测报文设置为 “CC”, 周期为 3.3ms/10ms/100ms/1s;
- e) 断开 NE2 与 NE3 之间的微波链路;
- f) 查询 NE1, NE3 是否均上报 CC 丢失告警;
- g) 恢复 NE2 与 NE3 之间微波链路,再一次查询告警,NE1 与 NE3 的 CC 丢失告警应消失。

- 测试项 3: MPLS PWE3 连续性检测测试。
- 测试说明: 验证 MPLS PWE3 连续性检测功能。
- 测试步骤: a) 按图 36 连接设备和仪表;
- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
- c) 如表 41 所示,配置微波端口的 MPLS-TP LSP 参数,创建双向隧道;并配置 MPLS-TP OAM;

表 41 MPLS PWE3 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
MEG 名称	TEST-PW					TEST-PW
MEG 等级	3					3
维护点类型	MEP					MEP
维护点标识	PW1					PW6

- d) 使能 PWE3 OAM, 检测报文设置为 “CC”, 周期为 3.3ms/10ms/100ms/1s;
- e) 断开 NE2 与 NE3 之间的微波链路;
- f) 查询 NE1, NE3 应上报 CC 丢失告警;
- g) 恢复 NE2 与 NE3 之间微波链路,再一次查询告警,NE1 与 NE3 的 CC 丢失告警应消失。

- 测试项 4: MPLS LSP 连续性检测测试 (CV/FFD)。
- 测试说明: 验证 MPLS LSP 连续性检测功能。
- 测试步骤: a) 按图 36 连接设备和仪表;
- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
- c) 配置微波端口的 MPLS 参数,创建双向隧道 (Tunnel), LSP 端点为 1 和 6;
- d) 使能 MPLS OAM, 检测报文设置为 “CV”;

- e) 断开 NE2 与 NE3 之间的微波链路;
- f) 查询 NE1, NE3 应上报连续性检测报文丢失告警;
- g) 恢复 NE2 与 NE3 之间微波链路, 再一次查询告警, NE1 与 NE3 的连续性检测报文丢失告警应消失;
- h) 使能 MPLS OAM, 检测报文设置为“FFD”, 并按要求设置检测报文周期;
- i) 断开 NE2 与 NE3 之间的微波链路, NE3 应上报连续性检测报文丢失告警。

5.13.1.2 环回检测

5.13.1.2.1 技术要求

该功能工作在按需模式, 源端维护端点发送该请求OAM报文, 宿端维护端点接收该报文并返回相应的应答OAM报文。

分组微波设备应支持基于ITU-T Y.1731/IEEE 802.1ag的以太网loopback环回检测机制, 可支持基于MPLS-TP/PW封装和ITU-T Y.1731协议报文的MPLS-TP loopback环回检测机制, 可支持基于ITU-T Y.1711的ping检测机制。

5.13.1.2.2 测试方法

测试项 1: 以太网环回检测。

测试说明: 验证以太网环回检测功能。

- 测试步骤:
- a) 按图 36 连接设备和仪表;
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
 - c) 配置以太业务, 从端口 1 到端口 6;
 - d) 如表 42 所示, 配置以太 OAM:

表 42 以太环回功能 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
维护域名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
维护域等级	2	2	2	2	2	2
维护组名称	ABC					ABC
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- e) 配置网络性能分析仪;
- f) 断开 NE2 与 NE3 之间的微波链路;
- g) 在 ID1 启动目的地址为端口 4MAC 地址的 LB 功能, 查看结果, 应显示 LB 失败或者超时;
- h) 恢复 NE2 与 NE3 之间微波链路, 再一次在 ID1 执行 LB 操作, LB 执行应成功。

测试项 2: MPLS-TP 环回检测。

测试说明: 验证 MPLS-TP 环回检测功能。

- 测试步骤:
- a) 按图 36 连接设备和仪表;
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);

c) 如表 43 所示,配置微波端口的 MPLS-TP LSP 参数,从端口 1 到端口 6 创建双向隧道;并配置 MPLS-TP OAM:

表 43 MPLS-TP 环回功能 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
MEG 名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
MEG 等级	2	2	2	2	2	2
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置网络性能分析仪;
e) 断开 NE2 与 NE3 之间的微波链路;
f) 在 NE1 启动 TTL=4 的 LB 功能,查看结果,应显示 LB 失败或者超时;
g) 恢复端口 2 与端口 3 之间微波链路,再一次在 ID1 执行 LB 操作, LB 执行应成功。

测试项 3: MPLS LSP Ping 功能测试。

测试说明: 验证 MPLS LSP Ping 功能。

- 测试步骤: a) 按图 36 连接设备和仪表;
b) 根据设备宣称值配置微波相关参数(调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
c) 配置微波端口的 MPLS 参数,创建双向隧道(Tunnel);
d) 断开 NE2 与 NE3 之间的微波链路;
e) 执行 Ping 操作, Ping 结果为失败,应无接收到 ping 包;
f) 恢复端口 2 与端口 3 之间微波链路;
g) 再次执行 Ping, Ping 结果为成功,收发的 ping 包数目应一致。

5.13.1.3 链路跟踪(LT)

5.13.1.3.1 技术要求

该功能工作在按需模式,源端维护端点发送该请求 OAM 报文,宿端维护中间点或维护端点接收该报文并返回相应应答 OAM 报文。用于验证维护端点与维护中间点或对端维护端点间的双向连通性,以检测节点间及节点内部故障,进行故障定位。

5.13.1.3.2 测试方法

测试项 1: 以太网链路跟踪。

测试说明: 验证以太网链路跟踪功能。

- 测试步骤: a) 按图 36 连接设备和仪表;
b) 根据设备宣称值配置微波相关参数(调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
c) 配置从端口 1 到端口 6 的业务,并如表 44 所示配置以太 OAM;

表 44 以太网链路跟踪功能 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
维护域名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
维护域等级	2	2	2	2	2	2

表 44 (续)

端口	1	2	3	4	5	6
维护组名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置网络性能分析仪;
- e) 断开 NE2 与 NE3 之间的微波链路;
- f) 在 ID1 启动 LT 功能, 查看结果, LT 应能成功显示经过的 ID 2~ID 4 信息, 并显示错误;
- g) 恢复 NE2 与 NE3 之间微波链路, 再在 ID1 执行 LT 操作 LT, 应能成功显示 ID 2~ID 6 信息。

测试项 2: MPLS-TP 链路跟踪。

测试说明: 验证 MPLS-TP 链路跟踪功能。

- 测试步骤: a) 按图 36 连接设备和仪表;
- b) 配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
- c) 从端口 1 到端口 6 创建双向隧道业务。配置如表 45 所示的 MPLS-TP OAM 参数:

表 45 MPLS-TP 链路跟踪功能 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
MEG 名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
MEG 等级	2	2	2	2	2	2
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置网络性能分析仪;
- e) 断开 NE2 与 NE3 之间的微波链路;
- f) 在 ID1 启动 LT 功能, 查看结果, LT 应能成功显示经过的 ID 2~ID 4 信息, 并显示错误;
- g) 恢复 NE2 与 NE3 之间微波链路, 再在 ID1 执行 LT 操作, LT 应能成功显示 ID 2~ID 6 信息。

测试项 3: MPLS Traceroute (路由追踪) 功能测试。

测试说明: 验证 MPLS Traceroute 功能。

- 测试步骤: a) 按图 36 连接设备和仪表;
- b) 配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
- c) 配置微波端口的 MPLS 参数, 创建双向隧道;
- d) 断开端口 2 与端口 3 之间的微波链路;
- e) 在 NE1 发起 Traceroute 操作, Traceroute 应能成功显示经过的 NE2 信息, 并显示错误;

- f) 恢复端口 2 与端口 3 之间微波链路；
- g) 再次执行 Traceroute 操作，Traceroute 应能成功显示 NE2、NE3 信息。

5.13.1.4 告警指示信号（AIS）

5.13.1.4.1 技术要求

该功能工作在主动模式。该功能主要用于探测到服务层的故障后抑制告警。当服务层检测到故障后，在服务层维护端点向客户层上插该 OAM 报文，并转发至客户层维护端点，实现对客户层的告警进行压制，避免大量客户层 LOC 冗余告警。

5.13.1.4.2 测试方法

- 测试项 1： 以太网告警指示信号 AIS 功能测试。
- 测试说明： 验证以太网告警指示信号 AIS 功能。
- 测试步骤： a) 按图 36 连接设备和仪表；
- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
- c) 配置以太业务，从端口 1 到端口 6；
- d) 如表 46 所示，配置以太网 OAM；

表 46 以太网 AIS 功能 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
维护域名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
维护域等级	2	2	2	2	2	2
维护组名称	TEST_P					TEST_P
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6
维护域名称		TEST_Link	TEST_Link			
维护域等级		1	1			
维护组名称		TEST_S	TEST_S			
维护点类型		MEP	MEP			
维护点标识		S2	S3			

- e) 配置网络性能分析仪；
- f) 通过网管系统制造 MEP S2 或 S3 的 LOC 故障；
- g) 通过网管系统查看，NE3 和 NE1 应能接收到 AIS 告警。

- 测试项 2： MPLS-TP 告警指示信号 AIS 功能测试。
- 测试说明： 验证 MPLS-TP 告警指示信号 AIS 功能。
- 测试步骤： a) 按图 36 连接设备和仪表；
- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
- c) 如表 47 所示，配置微波端口的 MPLS-TP LSP 参数，从端口 1 到端口 6 创建双向隧道；并配置 MPLS-TP OAM；

表 47 MPLS-TP AIS 功能 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
MEG 名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
MEG 等级	2	2	2	2	2	2
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP

表 47 (续)

端口	1	2	3	4	5	6
维护点标识	1	2	3	4	5	6
MEG 名称		TEST_Link	TEST_Link			
MEG 等级		1	1			
维护点类型		MEP	MEP			
维护点标识		S2	S3			

- d) 配置网络性能分析仪;
- e) 通过网管系统制造 MEP S2 或 S3 的 LOC 故障;
- f) 通过网管系统查看, NE3 和 NE1 应能接收到 AIS 告警。

5.13.1.5 锁定 (LCK)

5.13.1.5.1 技术要求

该功能用于为管理维护目的中断业务后, 发送该 OAM 报文, 将该信息通告维护端点 (LKI), 并上插客户层 (LKR), 进行告警压制, 避免引起不必要的冗余告警。锁定后可以进行一些维护测试工作。

5.13.1.5.2 测试方法

- 测试项 1: 以太网锁定功能测试。
- 测试说明: 验证以太网锁定功能。
- 测试步骤: a) 按图 36 连接设备和仪表;
- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
- c) 配置以太业务, 从端口 1 到端口 6;
- d) 如表 48 所示, 按照以下方式配置以太 OAM;

表 48 以太网锁定功能 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
维护域名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
维护域等级	2	2	2	2	2	2
维护组名称	TEST_P					TEST_P
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6
维护域名称		TEST_Link	TEST_Linl			
维护域等级		1	1			
维护组名称		TEST_S	TEST_S			
维护点类型		MEP	MEP			
维护点标识		S2	S3			

- e) 配置网络性能分析仪;
- f) 通过网管系统向 MEP S2 下发 LCK 指示;
- g) 通过网管系统查看, NE3 和 NE1 应能接收到 ETH-LCK 告警。

- 测试项 2: MPLS-TP 锁定功能测试。
- 测试说明: 验证 MPLS-TP 锁定功能。
- 测试步骤: a) 按图 36 连接设备和仪表;

- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
- c) 如表 49 所示，配置微波端口的 MPLS-TP LSP 参数，从端口 1 到端口 6 创建双向隧道；并配置 MPLS-TP OAM；

表 49 MPLS-TP 锁定功能 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
MEG 名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
MEG 等级	2	2	2	2	2	2
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6
MEG 名称		TEST_Link	TEST_Link			
MEG 等级		1	1			
维护点类型		MEP	MEP			
维护点标识		S2	S3			

- d) 配置网络性能分析仪；
- e) 通过网管系统向 MEP S2 下发 LCK 指示；
- f) 通过网管系统查看，NE3 和 NE1 应能接收到 LCK 告警。

5.13.1.6 客户信号故障指示（CSF）

5.13.1.6.1 技术要求

该功能用于在客户层自身不支持故障通告机制时，发送该OAM报文，将客户层信号故障信息转发至对端维护端点，实现客户层故障信息传递。

5.13.1.6.2 测试方法

- 测试项 1： 以太网客户信号故障指示。
- 测试说明： 验证以太网客户信号故障指示功能。
- 测试步骤： a) 按图 36 连接设备和仪表；
- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
 - c) 如表 50 所示，配置从端口 1 到端口 6 的以太网 VLAN，配置以太 OAM；

表 50 以太网 CSF 功能 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
维护域名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
维护域等级	2	2	2	2	2	2
维护组名称	ABC					ABC
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置网络性能分析仪，发送随机报文；
- e) 使能 CSF 功能；
- f) 断开网络性能分析仪与 NE1 之间的连接；
- g) 通过网管系统查看，NE3 应能接受到来自 NE1 的客户信号故障指示信息。

测试项 2: MPLS-TP 客户信号故障指示。

测试说明: 验证 MPLS-TP 客户信号故障指示功能。

- 测试步骤:
- a) 按图 36 连接设备和仪表;
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
 - c) 如表 51 所示, 配置微波端口的 MPLS-TP LSP 参数, 从端口 1 到端口 6 创建双向隧道, 并配置 MPLS-TP OAM;

表 51 MPLS-TP CSF 功能 OAM 配置

端口	1	2	3	4	5	6
MEG 名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
MEG 等级	2	2	2	2	2	2
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置数字网络分析;
- e) 使能 CSF 功能;
- f) 断开网络性能分析仪与 NE1 之间的连接;
- g) 通过网管系统查看, NE3 应能接受到来自 NE1 的客户信号故障指示信息。

5.13.2 以太业务接入链路 OAM 机制

5.13.2.1 能力发现以及连通性监测和验证功能

5.13.2.1.1 技术要求

OAM自动发现成功是实现以太网端口OAM的基础。OAM自动发现成功后, 设备对检测链路故障和链路性能进行自动监测。

当OAM使能时, 分组微波设备可以同时支持主动和被动模式, 也可以选择二者之一。

5.13.2.1.2 测试方法

测试项: OAM 能力发现以及连通性监测和验证功能测试。

测试说明: 验证 OAM 能力发现以及连通性监测和验证功能, 主要验证 FE 和 GE 口。

测试步骤: a) 按图 37 连接设备和仪表;

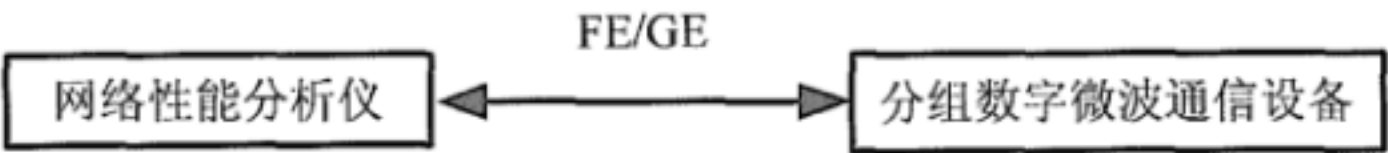


图 37 以太网接入链路 OAM 发现能力测试

b) 如表 52 所示配置以太 OAM (推荐参数见表 52):

表 52 以太 OAM 能力发现配置

端口	1
OAM 使能状态	使能
OAM 工作模式	主动

- c) 配置网络性能分析仪, 使能 OAM 状态, 并设置端口工作模式为主动;
- d) 查询分组微波设备上 OAM 协商状态, 应为协商成功;
- e) 配置网络性能分析仪, 设置端口工作模式为被动;
- f) 查询分组微波设备上 OAM 协商状态, 应为协商成功;

- g) 配置网络性能分析仪，不使能 OAM 状态；
- h) 查询分组微波设备上 OAM 协商状态，应为协商失败；
- i) 断开网络性能分析仪和分组微波设备端口之间连线；
- j) 查询分组微波设备上 OAM 协商状态，应为协商失败。

5.13.2.2 远端环回功能

5.13.2.2.1 技术要求

分组微波设备应支持IEEE 802.3定义的以太网链路层远端环回功能。

5.13.2.2.2 测试方法

- 测试项：远端环回功能测试。
- 测试说明：如果端口具备环回响应能力，它在接收到对端 OAM 端口发送过来的远端环回控制使能命令时，将会进入响应环回状态，并上报响应环回告警，发起端进入发起环回状态，并上报发起环回告警。
- 测试步骤：
- a) 按图 38 连接设备和仪表；
 - b) 在近端设备和远端设备上配置以太业务；
 - c) 如表 53 所示，配置以太 OAM；

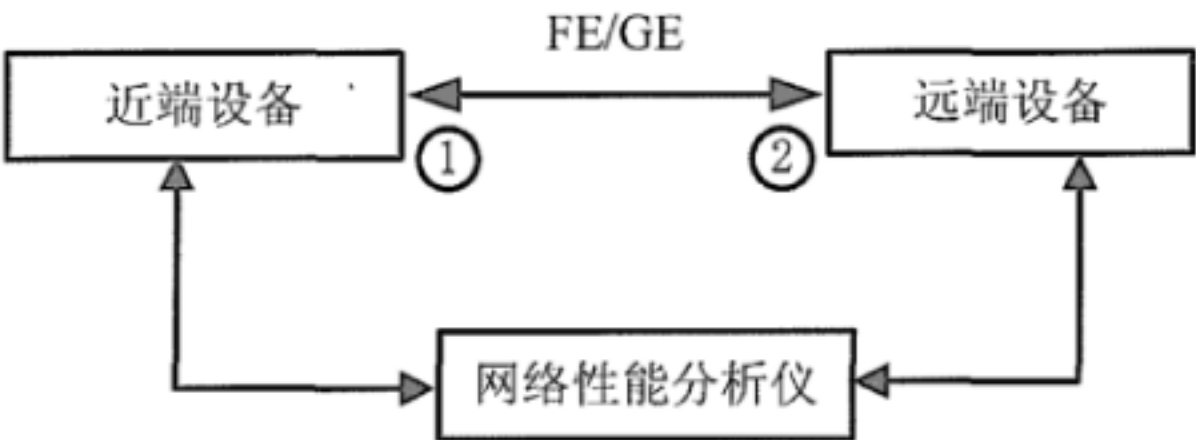


图 38 以太网业务 OAM 远端环回测试组网

表 53 以太 OAM 远端环回配置

端口	1	2
OAM 使能状态	使能	使能
工作模式	Active	Passive/Active
MAC	A	B

注：MAC 地址 A 和 B 为任意单播地址，且 A、B 不相同

- d) 配置网络性能分析仪，发送以太业务，无丢包；
- e) 近端设备发起远端环回；
- f) 查看网络性能分析仪业务流量；
- g) 查询分组微波设备，近端设备端口应发起环回，远端设备应响应环回，远端设备上报环回告警；
- h) 近端设备停止发起远端环回；
- i) 查询分组微波设备，近端设备端口已经停止发起环回，远端设备应停止响应环回，远端设备应停止上报环回告警。

5.13.3 性能监视

5.13.3.1 丢包测量 (LM)

5.13.3.1.1 技术要求

该功能主要用于检测连接的丢包性能。该功能通过向对端维护端点发送请求OAM报文并接收对端维护端点的应答OAM报文，计算报文中携带的维护端点的收、发报文计数器值实现丢包性能统计。

5.13.3.1.2 测试方法

- 测试项 1: 以太网丢包测量。
- 测试说明: 验证以太网丢包测量。
- 测试步骤: a) 按图 39 连接设备和仪表;



图 39 性能测试组网

- b) 根据设备宣称值配置微波相关参数（调制模式、带宽、发射频率、发射功率等）；
- c) 如表 54 所示，配置以太网 VLAN，从端口 1 到端口 6；配置以太网 OAM；

表 54 以太网丢包测量配置

端口	1	2	3	4	5	6
维护域名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
维护域等级	2	2	2	2	2	2
维护组名称	ABC					ABC
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置网络性能分析仪，发送随机报文；
- e) 使能 MEP1 发送 LMM 报文；
- f) 通过网管系统查看，NE1 应能接收到来自 NE3 的 LMR 报文，通过下述公式计算出双向丢包；

双向丢包计算公式：

- 1) 近端到远端方向丢包数=|TxFCf[t_c]-TxFCf[t_p]|-|RxFCf[t_c]-RxFCf[t_p]|
- 2) 远端到近端方向丢包数=|TxFCb[t_c]-TxFCb[t_p]|-|RxFCI[t_c]-RxFCI[t_p]|

式中：

- TxFCl——本地发送帧计数（保存在本地）；
- RxFCl——本地接收帧计数（保存在本地）；
- TxFCf——接收到的 LMR 报文中携带的本端发送帧计数（携带在 LMM/LMR 报文中）；
- RxFCf——接收到的 LMR 报文中携带的远端接收帧计数（携带在 LMM/LMR 报文中）；
- TxFCb——接收到 LMR 帧报文中携带的远端发送帧计数（携带在 LMM/LMR 报文中）；
- t_c——接收到当前 LMR 帧时的时刻；
- t_p——接收到上一个 LMR 帧时的时刻。

- 测试项 2: MPLS-TP 丢包测量。
- 测试说明: 验证 MPLS-TP 丢包测量。

- 测试步骤:
- a) 按图 39 连接设备和仪表;
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
 - c) 从端口 1 到端口 6 创建双向隧道, 配置微波端口的 MPLS-TP LSP 参数。如表 55 所示配置 MPLS-TP OAM;

表 55 MPLS-TP 丢包测量配置

端口	1	2	3	4	5	6
MEG 名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
MEG 等级	2	2	2	2	2	2
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置网络性能分析仪, 发送随机报文;
- e) 使能 MEP1 发送 LMM 报文;
- f) 通过网管系统查看, NE1 应能接收到来自 NE3 的 LMR 报文, 并计算出双向丢包 (双向丢包计算公式和以太网丢包测量的双向丢包计算公式相同)。

5.13.3.2 时延测量 (DM)

5.13.3.2.1 技术要求

该功能工作在按需模式。该功能通过周期性向对端维护端点发送请求OAM报文, 并在诊断时间间隔内接收对端维护端点的应答OAM报文, 通过计算报文携带的发送、接收时间戳, 每个维护端点可以实现单端或双端延时及抖动测量。

时延测量分为单向的时延测量和双向的时延测量。

5.13.3.2.2 测试方法

- 测试项 1: 以太网时延测量——1DM 方式。
- 测试说明: 验证以太网时延测量功能, 1DM 方式。
- 测试步骤:
- a) 按图 39 连接设备和仪表;
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
 - c) 如表 56 所示, 配置从端口 1 到端口 6 的以太网 VLAN, 配置以太 OAM;

表 56 以太网时延 1DM 方式测量配置

端口	1	2	3	4	5	6
维护域名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
维护域等级	2	2	2	2	2	2
维护组名称	ABC					ABC
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置网络性能分析仪, 发送随机报文;
- e) 在 MEP 1 上发送 1DM 报文;
- f) 通过网管系统查看, NE3 应能接收到来自 NE1 的 1DM 报文, 并计算出延时。

测试项 2: 以太网时延测试——DMM 方式。
测试说明: 验证以太网时延测量功能, DMM 方式。

- 测试步骤:
- a) 按图 39 连接设备和仪表;
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
 - c) 如表 57 所示, 配置从端口 1 到端口 6 的以太网 VLAN。配置以太 OAM;

表 57 以太网时延 DMM 方式测量配置

端口	1	2	3	4	5	6
维护域名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
维护域等级	2	2	2	2	2	2
维护组名称	ABC					ABC
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置网络性能分析仪, 发送随机报文;
- e) 在 MEP 1 上发送 DMM 报文;
- f) 通过网管系统查看, NE1 应能接收到来自 NE3 的 DMR 报文, 并计算出双向延时。

测试项 3: MPLS-TP 时延测试——1DM 方式。
测试说明: 验证 MPLS-TP 时延测量功能, 1DM 方式。

- 测试步骤:
- a) 按图 39 连接设备和仪表;
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
 - c) 如表 58 所示, 配置微波端口的 MPLS-TP LSP 参数, 从端口 1 到端口 6 创建双向隧道。
配置 MPLS-TP OAM;

表 58 MPLS-TP 时延 1DM 方式测量配置

端口	1	2	3	4	5	6
MEG 名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
MEG 等级	2	2	2	2	2	2
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置网络性能分析仪, 发送随机报文;
- e) 在 MEP 1 上发送 1DM 报文;
- f) 通过网管系统查看, NE3 应能接收到来自 NE1 的 1DM 报文, 并计算出延时。

测试项 4: MPLS-TP 时延测试——DMM 方式。
测试说明: 验证 MPLS-TP 时延测量功能, DMM 方式。

- 测试步骤:
- a) 按图 39 连接设备和仪表;
 - b) 根据设备宣称值配置微波相关参数 (调制模式、带宽、发射频率、发射功率等);
 - c) 如表 59 所示, 配置微波端口的 MPLS-TP LSP 参数, 从端口 1 到端口 6 创建双向隧道;
并配置 MPLS-TP OAM;

表 59 MPLS-TP 时延 DMM 方式测量配置

端口	1	2	3	4	5	6
MEG 名称	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST	TEST
MEG 等级	2	2	2	2	2	2
维护点类型	MEP	MIP	MIP	MIP	MIP	MEP
维护点标识	1	2	3	4	5	6

- d) 配置网络性能分析仪，发送随机报文；
- e) 在 MEP 1 上发送 DMM 报文；
- f) 通过网管系统查看，NE1 应能接收到来自 NE3 的 DMR 报文，并计算出双向延时。

5.14 网管

5.14.1 网管接口

5.14.1.1 技术要求

分组微波设备网管应具备如下功能要求：

- a) 应有网管名称、硬件配置、软件版本；
- b) 应有管理目录，目录中至少包括拓扑管理、网元管理、告警管理、性能管理、配置管理、通信管理、安全管理、时钟管理等功能；
- c) 应有用户名、密码等输入区域。

5.14.1.2 测试方法

打开分组微波的网管系统，应能看到5.14.1.1节要求的内容。

5.14.2 网元管理

5.14.2.1 技术要求

分组微波设备网元管理应具备如下功能要求：

- a) 实现网元的登录与退出功能；
- b) 实现网元的时间管理。

5.14.2.2 测试方法

- a) 对存在的网元进行登录，操作完毕后，是否能正常退出网元；
- b) 对存在的网元进行时间的管理。

5.14.3 安全管理

5.14.3.1 技术要求

分组微波设备网管应具备如下安全管理功能要求：

- a) 只有输入正确的用户名、正确的密码才能进入系统下一层，非授权者不能访问；
- b) 用户分等级，如超级用户、普通用户等，不同等级用户操作权限不一致。
- c) 符合身份的操作者可以删改和增添新的内容。

5.14.3.2 测试方法

- a) 不输入用户名、密码或输入错误的用户名、密码均进入不了系统下一层；
- b) 输入正确的用户名、密码，可以进入系统下一层；
- c) 输入低层次密码的操作者不能删改、增添新的内容；
- d) 输入高层次密码的操作者可以删改、增添新的内容。

5.14.4 配置管理

5.14.4.1 技术要求

- a) 有所辖范围的系统框图、设备配置，设备名称、型号、序号、生产厂家、生产日期等资产信息可查看；
- b) 能对工作的信道频率、带宽、发射机功率、ATPC 门限、调制方式、辅助业务、备用倒换、远端发信频率、功率等进行设置；
- c) 可以对配置进行修改。

5.14.4.2 测试方法

- a) 进入配置管理后，可以看到实际的硬件配置，并可以删除和增添某些设备；
- b) 可以看到实际工作的信道频率、发射机功率、ATPC 门限、调制方式、所提供的辅助业务、远端发射频率、功率等，并可重新设置。

5.14.5 性能管理

5.14.5.1 技术要求

- a) 能采集和保存当前工作的信道频率、发射机功率、接收机输入电平、差错性能；
- b) 能对上述数据进行统计分析并保存和报告；
- c) 性能数据不可修改。

5.14.5.2 测试方法

- a) 进入性能管理后能查看到 5.14.5.1 节中要求的数据资料；
- b) 试图修改查看到的数据，应不能成功。

5.14.6 故障管理

5.14.6.1 技术要求

能监视和测试工作状态，当同步丢失、信号中断、频率失准、功率不足、BER 高时，能记录（包括发生的时间、到板级的位置）并告警。

5.14.6.2 测试方法

- a) 人为制造 5.14.6.1 节的故障内容，看网管上的反应，并查看是否记录有发生的时间和位置；
- b) 当故障排除后，除历史记录外，当前的故障应消失。

注：需要满足网管技术要求内容，不限定内容完全按照上文进行分类。

5.15 分组控制平面（可选）

待研究。

5.16 供电

5.16.1 技术要求

分组微波设备在下列电源条件下应能正常工作：

- a) 交流（AC）供电时，应满足标称电压 220V，频率 50Hz，允许 176V~264V，45Hz~65Hz；
- b) 直流（DC）供电时，应满足标称电压 -48V，允许 -40V~-57V。

5.16.2 测试方法

5.16.2.1 低电压测试

在交流供电时,电源电压调到176V, 50Hz;在直流供电时,电源电压调到-40V,在这种条件下,系统无误码或无丢包,发射频率容限应满足5.4.1.1节的技术要求,发射机最大输出功率应满足5.4.1.2节的技术要求。

5.16.2.2 高电压测试

在交流供电时,电源电压调到264V, 50Hz;在直流供电时,电源电压调到-57V,在这种情况下,测量和低电压时相同的项目,全部应满足技术要求。

5.17 环境适应性

5.17.1 工作温度范围

5.17.1.1 技术要求

- 室内设备: I类: $-5^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$;
- II类: $+5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$;
- 室外设备: I类: $-40^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$;
- II类: $-33^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$;

5.17.1.2 测试方法

5.17.1.2.1 低温试验

低温试验符合GB/T 2423.1相关规定。

- a) 将被测设备置入环境试验箱(室),并设置为正常工作状态。
- b) 以不大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率降低温度到5.17.1.1节规定的低温,保持2h。
- c) 测量和低电压时相同的项目,全部应满足技术要求。

5.17.1.2.2 高温试验

高温试验符合GB/T 2423.2相关规定。

- a) 被测设备正常工作。
- b) 以不大于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率升高温度到5.17.1.1节规定的高温,保持2h。
- c) 测量和低电压时相同的项目,全部应满足技术要求。

5.17.2 工作湿度范围

5.17.2.1 技术要求

- a) 室内设备: 15%~85%;
- b) 室外设备: 5%~95%。

5.17.2.2 测试方法

恒定湿热试验符合GB/T 2423.3相关规定。

- a) 被测设备正常工作。
- b) 控制起始温度 20°C ,湿度50%。
- c) 加温加湿到 30°C ,85%,保持8h。
- d) 试验过程中,系统的TDM业务BER=0,分组业务无丢包。

5.17.3 大气压力

在70kPa~106kPa的气压条件下应正常工作。

5.17.4 防水试验

5.17.4.1 技术要求

针对室外单元, 遵守 GB 4208 IP 防护 IPX5。

5.17.4.2 测试方法

a) 将试验样品按照正常使用的安装形式安装在适当的固定装置上。

b) 使用 GB 4208 中所规定的喷水装置, 调节其水流流量为 $12.5\text{l/min} \pm 5\%$, 喷头放置在距离机柜 2.5~3m 处, 以任何可能进水的方向向设备喷水。喷水时间按照设备外壳面积计算 (底面除外), 约 1min/m^2 , 最少 3min。

c) 试验后应立即进行检查, 要求恢复的时间越短越好。

5.17.5 防尘试验

5.17.5.1 技术要求

针对室外单元, 遵守 GB 4208 IP 防护 IP6X。

5.17.5.2 测试方法

a) 设置基本参数:

- 1) 金属方孔筛的金属丝直径: $50\mu\text{m}$;
- 2) 筛孔尺寸: $75\mu\text{m}$;
- 3) 滑石粉用量: 每立方米试验箱容积 2kg;
- 4) 滑石粉使用次数: 不得超过 20 次;
- 5) 持续时间: 8h;

b) 试验后进行检查, 要求内部无灰尘进入。

5.17.6 盐雾试验

5.17.6.1 技术要求

针对室外单元, 应符合 GB/T 2423.18。

5.17.6.2 测试方法

a) 将试验样品按照正常状态放入盐雾试验箱;

b) 样品在 $+15^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ 下喷盐雾 2h (条件试验);

c) 每次喷盐雾结束后立即将试验样品转移到湿热箱中进行湿热储存, 存储时间为 22h;

d) 存储后, 将试验样品从湿热箱中立即转移到盐雾实验箱, 进行下一循环试验;

e) 从步骤 b) 到步骤 d) 构成一个循环组合, 循环次数为 10 个;

f) 试验样品应按相关规范的规定进行外观、腐蚀情况及电性能或机械性能的检测。

5.18 安全

5.18.1 接地导体电阻和连接电阻

如果被测电路的电流额定值小于或等于 16A, 试验电流、试验电压和试验时间应按如下确定:

- a) 试验电流为被测电路电流额定值的 1.5 倍;
- b) 试验电压不应超过 12V;
- c) 试验时间为 60s。

根据电压压降计算出的保护连接导体电阻不应超过 0.1Ω 。

如果被测电路的电流额定值超过 16A, 试验电流和试验时间应按如下确定:

- a) 2 倍的电路电流额定值进行 2min;
 - b) 对直流供电的设备由制造厂商规定。
- 保护连接导体的电压压降不应超过2.5V。

5.18.2 抗电强度

5.18.2.1 电源电路的抗电强度

试验电压按如下确定:

- a) 被测设备工作电压峰值或直流值 $\leq 184\text{V}$, 对于有接地保护的被测设备试验电压为交流 1000V (50Hz), 或对于无接地保护的被测设备试验电压为交流 2000V (50Hz);
- b) 被测设备工作电压峰值或直流值为 184V 至 354V (含 354V), 对于有接地保护的被测设备试验电压为交流 1500V (50Hz), 或对于无接地保护的被测设备试验电压为交流 3000V (50Hz)。

试验期间, 被测设备的绝缘不应击穿。

试验电压施加点按下列适用情况选取:

- a) 一次电路与机身之间;
- b) 一次电路与二次电路之间;
- c) 一次电路与零部件之间。

5.18.2.2 通信口的抗电强度

对于稳态试验试验电压与试验施加点按如下确定:

- a) 在正常使用中, 对于设备上需要抓握或接触的不接地的导电零部件和非导电零部件 (例如电话的受话器或键盘), 应在这些零部件与通信口之间施加交流 1500V (50Hz) 的试验电压;
- b) 对于其他零部件和电路以及与其他设备相连接的接口, 应在这些零部件、接口与通信口之间施加交流 1000V (50Hz) 的试验电压。

试验期间, 被测设备的绝缘不应击穿。

5.18.3 接触电流

5.18.3.1 电源电路的接触电流

最大接触电流应小于3.5mA (RMS)。

5.18.3.2 通信口的接触电流

每个通信口与其他零部件之间最大接触电流应不大于0.25 mA (RMS)。

5.19 电磁兼容

电磁兼容要求应符合YD/T 1138。

5.20 防雷

防雷应符合ITU-T K.27和ETSI EN 300 253的要求。

附录 A
(规范性附录)
测试用仪表

A.1 频率计数器

频率范围: 10Hz~被测设备 RF 上限频率;

准确度: 优于 $\pm 1 \times 10^{-7}$ Hz

A.2 功率计;

频率范围: 10Hz~被测设备 RF 上限频率;

功率测量范围: $-30\text{dBm} \sim +20\text{dBm}$;

测量误差: 不超过 $\pm 0.3\text{dB}$ 。

A.3 衰减器

频率范围: DC~被测设备 RF 上限频率;

衰减值: 30dB;

衰减误差: $\pm 0.3\text{dB}$ 。

A.4 耦合器

频率范围: 被测设备 RF 频率范围;

耦合度: $20\text{dB} \pm 1\text{dB}$;

定向性: $>20\text{dB}$ 。

A.5 射频连续可调衰减器

频率范围: DC~被测设备 RF 上限频率;

衰减值: 0dB~90dB;

衰减误差: $\pm 0.1\text{dB}/10\text{dB}$, 累计不超过 $\pm 0.5\text{dB}$ 。

A.6 数字多用表

DCV: $0.01\text{V} \sim 700\text{V} \pm 1\%$;

ACV: $0.1\text{V} \sim 700\text{V} \pm 2\%$;

DCR: $0\text{M} \sim 10\text{M}\Omega \pm 2\%$ 。

A.7 示波器

频率范围: DC~1GHz;

水平轴: $2\text{ns} \sim 5\text{s}/\text{div} \pm 0.1\%$;

垂直轴: $2\text{mV} \sim 2\text{V}/\text{div} \pm 1\%$;

有通信脉冲模板。

A.8 合路器

频率范围：10MHz~被测设备 RF 上限频率；
插损：6dB。

A.9 网络性能分析仪

物理端口速率：10M、100M、GE、10GE 以太网接口；
物理端口类型：电口、光口；
仪器功能支持：丰富的组包功能和报文统计分析功能；
自振时钟精度： $\pm 2 \times 10^{-6}$ ；
外时钟接口：支持；
外时间接口：支持；
管理接口：支持 serial console/ethernet/telnet。

A.10 SDH/PDH 分析仪

物理端口速率：E1、STM-1 电口、STM-1 光口；
仪表功能支持：测试业务长期误码统计、时延统计。

A.11 时钟参考源

能提供高精度时钟参考（如铷钟、铯钟、GPS 和北斗参考时钟）。

A.12 时钟分析仪

能够测试时钟漂移、抖动指标测试。

A.13 时间参考源

能提供高精度时间信息参考。

A.14 射频衰落模拟设备

能够模拟 100dB/s 快速衰落。

A.15 光可变衰减器

光波长范围：850nm~1625nm；
光衰减范围：0dB~60dB。

A.16 光功率计

光波长范围：850nm~1625nm；
功率测量范围： $-75\text{dBm} \sim +10\text{dBm}$ ；
光功率测量准确度： $\pm 0.2\text{dB}$ 。

A.17 光谱分析仪

光波长测试范围：850nm~1625nm；
波长测试准确度： $\pm 20 \times 10^{-6}$ ；
电平测试范围：-90dBm~+100dBm。
电平测试准确度： ± 1.4 dB。

中华人民共和国
通信行业标准
分组数字微波通信设备和系统技术要求及测试方法
YD/T 2742-2014

*

人民邮电出版社出版发行
北京市丰台区成寿寺路1号邮电出版大厦
邮政编码: 100164
北京康利胶印厂印刷
版权所有 不得翻印

*

开本: 880×1230 1/16 2015年9月第1版
印张: 5.5 2015年9月北京第1次印刷
字数: 148千字

15115·553

定价: 55元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)81055492